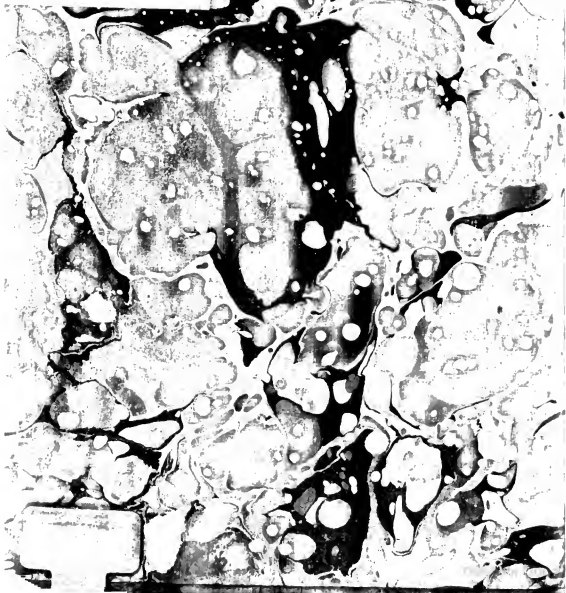


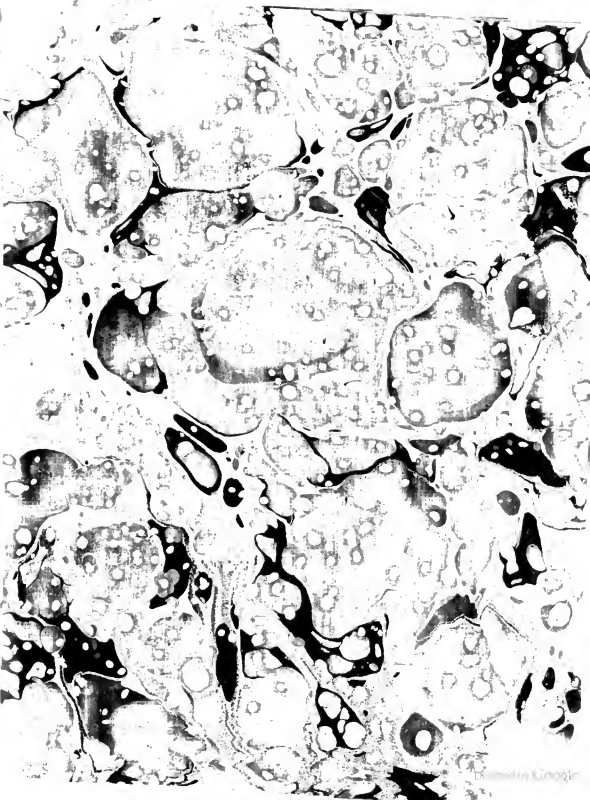




LIOTECA DELLA R. CASA
IN NAPOLI

107.
d'inventario 10881078
Grande
scia 145 Palchella 2
d'ord. A 18





21.6.18.



569801

Bibl. K. 11. 11

DESCRIPTIONS

DES ARTS ET MÉTIERS,

FAITES OU APPROUVÉES

PAR MESSIEURS DE L'ACADÉMIE ROYALE

DES SCIENCES DE PARIS.

AVEC FIGURES EN TAILLE-DOUCE.

NOUVELLE ÉDITION

Publiée avec des observations, & augmentée de tout ce qui a été écrit de mieux sur ces matières, en Allemagne, en Angleterre, en Suisse, en Italie.

Par J. E. BERTRAND, Professeur en Belles-Lettres à Neuchatel, Membre de l'Académie des Sciences de Munich, & de la Société des Curieux de la nature de Berlin.

T O M E XVII.

Contenant la quatrième Section de la seconde Partie de l'Art d'exploiter les mines de charbon de terre.



A NEUCHÂTEL,

DE L'IMPRIMERIE DE LA SOCIÉTÉ TYPOGRAPHIQUE.

M. DCC. LXXX.

100

A R T
D'EXPLOITER LES MINES
DE
CHARBON DE TERRE.

Par M. MORAND, médecin.

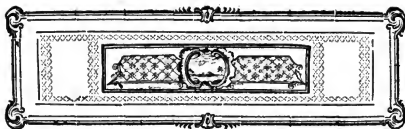
Tome XVII.

A

1. The first part of the paper is devoted to the study of the properties of the function $f(x)$ defined by the equation $f(x) = \int_0^x f(t) dt$. It is shown that $f(x)$ is a constant function, and its value is determined by the initial condition $f(0) = 1$.

2. In the second part, the function $f(x)$ is extended to the complex plane. It is shown that $f(z)$ is an entire function, and its Taylor series expansion is given by $f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{z^n}{n!}$.

3. The third part of the paper is devoted to the study of the properties of the function $f(x)$ defined by the equation $f(x) = \int_0^x f(t) dt$. It is shown that $f(x)$ is a constant function, and its value is determined by the initial condition $f(0) = 1$.



A R T

D'EXPLOITER LES MINES DE CHARBON DE TERRE.



SECONDE PARTIE.

QUATRIEME SECTION.

*ESSAI DE THÉORIE-PRACTIQUE SUR L'ART D'EXPLOITER LES MINES
DE CHARBON DE TERRE, ET SUR LES DIFFÉRENTES MANIERES
D'EMPLOYER CE FOSSILE DANS LES ATTELIERS OU MANUFACTURES
POUR LES USAGES DOMESTIQUES, &c.*

1. **EN** traitant jusqu'ici les objets qui composent la première, seconde & troisième sections de cette partie, nous nous sommes bornés à une exposition historique : c'était la seule manière propre à mettre à la portée de tout le monde la description des manœuvres multipliées qui ont lieu dans le cours de l'exploitation.

2. **LES** ouvriers, tels sur-tout qu'il est aisé de se les dépeindre, ou du moins le plus grand nombre d'entr'eux, ne font consister tout le métier, qu'à bien connaître ces manœuvres ; ils ne portent point leurs vues au-delà ; l'intelligence, l'aptitude & l'habitude dans l'exécution achevent de former ce qu'ils appellent *un habile ouvrier*. Tout cela a bien son mérite : un ouvrier qui possède ces connaissances, qui à cette qualité joint les talents dont nous

venons de parler, doit sans aucune difficulté être regardé comme une des plus grandes ressources des entrepreneurs qui se le sont attaché. Il doit toujours être entendu & écouté avec attention ; mais les employés aux travaux de l'exploitation ne sont pas les seuls qui conduisent l'ouvrage : parmi les différentes personnes adonnées aux opérations de mines, il en est qui doivent nécessairement avoir des connaissances d'une plus grande étendue & d'un autre genre. Les connaissances dont je veux parler, sont celles qui anoblissent le métier, qui constituent les principes & les maximes de l'art de l'exploitation. Autant l'ouvrier s'en embarrasse peu, autant il convient que les préposés de mines se fassent un devoir de les acquérir ; ils se trouvent alors dans le cas d'augmenter les talens de l'ouvrier, de perfectionner les idées qu'il présente, de les rendre susceptibles d'exécution, d'en faire naître quelquefois de nouvelles par des questions, des réflexions.

3. L'AUTEUR du traité précieux *De re metallica*, commence son ouvrage par l'énumération succincte des objets que l'on pourrait appeler les études des ingénieurs de mine ; nous ne pouvons mieux faire que de commencer cette quatrième & dernière section, en imitant ce savant métallurgiste, modèle de tous les autres. Il exige de celui qui est chargé de diriger des opérations de mines, qu'il sache juger quelle montagne, quel coteau, quelle assiette de vallée, de plaine, peut être fouillée avantageusement, ou ne doit pas être fouillée. Il veut qu'il connaisse les veines, leurs rameaux, les joints des rochers, les variétés & espèces de terres, de suc minéraux, de pierres, de marbres, rocs & métaux ; qu'il se rende cette connaissance familière, ainsi que toutes les différentes méthodes connues de suivre des ouvrages sous terre.

4. IL doit encore être instruit de plusieurs sciences & de plusieurs arts : il doit connaître l'origine & la nature de toutes les productions minérales, par-là il saura faire le choix des moyens les plus aisés pour ses opérations, qui dès-lors lui seront plus profitables. Il doit savoir distinguer les parties du ciel, & leur rapporter les extensions des veines, & être instruit dans l'art de mensuration, afin d'être en état de décider par lui-même la profondeur qu'il conviendra donner à un puits, pour que cette ouverture tombe au boyau de mine qui y répond, & afin de fixer les bornes à chaque mine, sur-tout en profondeur.

5. SELON notre auteur, l'arithmétique, l'architecture & le dessin doivent entrer dans l'ordre des connaissances relatives aux mines. L'arithmétique, pour calculer les frais & dépenses d'ouvrages, de constructions & d'établissements de machines ; l'architecture, pour faire ou pour diriger la construction des machines ; le dessin, afin de pouvoir représenter des modèles de mécanique. Le métier expose à quantité d'accidens & de maladies ; des

notions générales de médecine ne sont point inutiles à ceux qui se destinent à diriger les ateliers ; ils seront dans le cas d'être secourables aux ouvriers , de prévenir les maladies , d'en arrêter le progrès , ou même d'y apporter remède. Notre auteur veut aussi de l'étude du droit : il desire qu'ils en sachent à fond la jurisprudence relative aux contestations & aux procès inséparables des opérations de mines , afin d'être en état de décider ce qui appartient à chacun , & de faire les fonctions de juges , ou au moins d'arbitres.

6. POUR peu qu'on se rappelle le plan de tout notre ouvrage , on reconnaît d'abord , que rien de tout cela n'est étranger à la pratique de l'exploitation ; des-lors ceux qui sont à la tête des travaux de mine , peuvent être regardés comme physiciens ou devant chercher à le devenir. En les considérant sous ce point de vue , nous allons , conformément à ce que nous avons annoncé , développer d'une manière plus particulière les points qui demandent de nouveaux détails. En même tems que nous fournirons à l'ingénieur brouilleur des connaissances utiles ou nécessaires , nous les simplifierons tant que les circonstances le permettront.

De la recherche des mines de charbon de terre.

7. LORSQUE dans la section VI de la première partie , nous avons parlé de ce qui compose l'extérieur des mines de charbon , nous nous sommes assez expliqués sur ce qu'on doit penser des marques auxquelles les ouvriers prétendent pouvoir juger à la simple inspection de la superficie d'un terrain , s'il renferme de ce fossile ; on ne saurait trop répéter que des spéculations aussi incertaines , on pourrait même dire fautives , ne doivent pas être adoptées par des entrepreneurs ou par des directeurs , qui entendent leurs intérêts , ou qui ont à cœur ceux de leurs associés. Croira-t-on être plus avancé en s'en rapportant à cet égard sur le coup-d'œil d'un ouvrier habile & réputé expérimenté sur ce point ? Tout l'inconvénient est facile à sentir : supposons un instant que cette ressource ne soit pas à mépriser ; outre que ce coup-d'œil est peut-être aussi rare qu'indéfinissable , on doit convenir qu'il ne peut jamais être donné pour un dédommagement suffisant du manque de règle , auquel on ne peut que désirer pouvoir suppléer. En accordant encore que l'on puisse trouver dans un ouvrier le talent mécanique , pour prononcer à coup sûr qu'il existe du charbon dans un *terrain nouveau* , il ne serait pas impossible que ce talent ne prit sa source dans des connaissances dont il ne se douterait pas lui-même , dont il ne saurait rendre aucun compte ; ce serait toujours ce qu'il s'agirait de débrouiller. C'est ainsi que l'on voit souvent des artistes s'acquitter supérieurement de leur métier , en ignorant absolument les principes

dont les savans & les mécaniciens ont jeté ou fixé les premiers fondemens.

8. MAIS à cette aptitude qu'il est très-permis de refuser à presque tous les ouvriers de mines, il s'agit de substituer des guides plus positifs, ou, pour parler plus exactement, des indices moins équivoques; & ils ne peuvent être que le résultat de probabilités établies sur des faits, sur des observations assez décisives pour aider à saisir les rapports éloignés & à les rassembler. Ces avantages se trouvent précisément dans les travaux des naturalistes qui se sont occupés des substances fossiles, en particulier de l'arrangement des matieres qui forment ce qu'ils appellent *le nouveau globe*. Nous ne prétendons point parler ici de ceux de ces savans qui ont surchargé l'histoire naturelle de descriptions, de définitions, de divisions, ou de dominations. Nous voulons parler des physiciens naturalistes, dont les observations multipliées & combinées enrichissent la science, fournissent des vues, forment sur la véritable structure de la terre un corps de préceptes, d'idées raisonnées, qui se rapprochent de la matiere que nous avons à traiter. Afin de mettre dans tout son jour l'utilité qu'on peut retirer du concours de ces connaissances, pour guider le raisonnement dans la recherche du charbon de terre, je conduirai d'abord le lecteur avec le flambeau de la physique dans cette premiere épaisseur du globe, dont je ne lui ai tracé qu'une espece d'anatomie relative à cette suite immense de nappes de charbon de terre qui s'y trouvent éparfées.

Vues générales sur la superficie extérieure de la terre, comparée avec sa superficie intérieure.

9. LES physiciens dont les yeux se sont portés sur cet aride chaos, ont démontré clairement que la plupart des collines & des montagnes, dont le sommet est de pierres, de marbres, ou de toute autre matiere calcaire & compacte, ont pour base des matieres plus légères, telles que des bancs de sable & des glaises; que dans les plaines de leur voisinage on retrouve communément, même à une assez grande distance, ou des monticules de glaise ferme, ou des couches de sable qui paraissent être la continuité de celles qui servent d'assise aux montagnes; que les montagnes les plus élevées, ne sont proprement que des pics, (a) ou cônes composés de rocs vifs, de matieres vitrifiables, &c.

(a) On appelle *pic* une montagne élevée, qui se termine en une seule pointe, comme celle appellée *pic de Ténériffe*, d'où par corruption on dit le *pec de Saint-Germain*, le *pou Flamanville*, en latin *podium*,

pogium, collis, mons, puteus. Dans les auteurs latins le mot *podium* est cependant employé particulièrement pour signifier tout ce qui sert d'appui.

10. DES observations comparées de la superficie extérieure de la terre, de ses éminences, de ses profondeurs, des inégalités de sa forme, avec ce qu'on pourrait appeler *la première épaisseur du globe*, ont donné la facilité de juger assez exactement de l'une par l'autre, de prononcer, en voyant des montagnes dont les sommets sont plats, qu'on y trouvera des pierres à chaux; que les collines dont le grès forme la masse, sont toujours hérissées irrégulièrement; que de cette disposition de la superficie extérieure on est fondé à s'attendre de trouver dans l'intérieur, des couches interrompues, des décombres & autres vestiges de ruines, de subversion, de déplacement ou d'affaïssement; que celles qui sont composées de substances calcaires, de marbres, de pierres à chaux, de marnes, ont une forme arrondie & plus régulière.

11. C'EST ainsi qu'en généralisant les faits, en les liant ensemble, en comparant la nature avec elle-même, les Woodward, les Bourguet, les Buffon, les Lethmann, les Needam, (a) ont jeté pour fondement de la connaissance de la composition de la terre un ordre fondé sur l'ordre des choses, & qu'il n'est plus permis de douter que les phénomènes extérieurs des montagnes, tels que leur élévation, leur pente, leur forme, ne soient relatifs à leur structure intérieure; de manière que la composition de la plupart des montagnes, quoique ne se présentant point par-tout la même, peut être jugée seulement à l'œil, & annoncée par l'observation. Ainsi M. Needam, voyageant dans le territoire d'Aix-la-Chapelle, n'eut pas besoin d'être prévenu de ce que contenait la montagne de Lousberg, à environ cinq lieues de cette ville. En la voyant, & en examinant seulement la situation, sur-tout du côté qui regarde le bassin de la mer, il jugea que c'était une montagne secondaire, élevée & laissée par les eaux à leur retraite. Il ne se trompa point sur les matériaux dont elle est effectivement composée. (b)

12. CE rapport, sur lequel on croit devoir insister, entre l'économie naturelle de l'intérieur de la terre & les phénomènes de la surface, peut donc être regardé comme assez constaté, pour tenir lieu de renseignements & de principes applicables à la recherche du charbon de terre, mieux que ne le seront jamais des routines d'ouvriers; c'est-à-dire, que ces principes peuvent conduire assez sûrement à prononcer quels sont les endroits les plus propres à la formation de ce fossile; quels sont ceux qui ne le sont pas;

(a) De la société royale, & de celle des antiquaires de Londres, directeur de l'académie impériale & royale des arts, sciences & belles-lettres de Bruxelles.

(b) Cette montagne isolée au milieu d'une plaine environnée d'autres montagnes qui forment une espèce d'amphithéâtre,

est toute composée de coquilles, de coraux, de madrépores, de fables & autres productions de mer. Voyez *Nouvelles recherches physiques & métaphysiques sur la nature & la religion, avec une nouvelle théorie de la terre, & une mesure de la hauteur des Alpes*, partie II, page 177.

à quelle profondeur il peut être placé, &c. L'expérience d'un physicien, dont le vaste génie embrasse l'histoire de toute la nature, achève de confirmer l'usage heureux que l'on peut faire des vues générales & particulières sur l'organisation du globe, pour soupçonner la présence du charbon de terre dans un endroit quelconque. Ce savant, instruit supérieurement de l'arrangement physique des matériaux qui composent le monde souterrain, se persuade que le charbon de terre existait dans la terre de Montbar en Bourgogne. Il fit en conséquence faire une fouille, & il est parvenu à atteindre un banc de ce fossile.

13. De tout cela il est facile de déduire que la structure intérieure des montagnes, des plaines, des vallons, leur construction, leur pente même qui influe sur celle des lits dont elles sont composées, doivent être la base des connaissances essentielles à ceux qui se proposent de fouiller des mines de charbon de terre. Il sera en conséquence utile de commencer par mettre sous les yeux un résultat général de ce que les recherches & les observations constatées des physiciens & des naturalistes ont appris sur la disposition de la superficie extérieure de la terre, sur l'organisation de la première épaissure qui le trouve au-dessous, c'est-à-dire, sur les couches qui la composent, sur la nature des différents matériaux dont elles sont formées, & en général sur ce qui établit un caractère distinctif entre cette grande quantité d'inégalités montagneuses qui traversent & qui coupent la superficie de la terre dans les continents.

14. DANS cet ouvrage magnifique, dont l'exécution était réservée à la nation Française, & au siècle des d'Alembert, des Formey, & des autres savans qui les ont aidés; M. Desmarests, de l'académie des sciences, a exposé en grand le système de M. Lehmann sur la matière que nous traitons (a). Nous aurions fort désiré qu'il nous fût permis d'insérer ici en entier tout ce morceau (b) : c'est de cette source dont nous avons emprunté l'extrait que nous allons donner en faveur de ceux de nos lecteurs qui ne seraient pas à portée de le consulter en entier; il peut fournir un vaste champ aux travaux des mineurs; il servira d'ailleurs d'introduction à la théorie pratique de l'exploitation (c). Nous ne manquerons point, dans cette espèce de revue

(a) Ffili d'une histoire naturelle.

(b) Dict. Encyclop. au mot *Géographie physique*, & au mot *Montagne*.

(c) La première section de l'ouvrage publié par l'académie de Freyberg, traite des montagnes en général, & du siège des fossiles; mais vraisemblablement sous le

point de vue particulier qui a rapport aux mines métalliques. Dans une note j'invitais à traduire ce traité allemand des personnes qui pourraient être en état de s'en charger. A peu près dans le même tems, l'importance du sujet avait fait impression sur un chymiste qui se dit exercé dans cette
générale

générale du globe extérieur, de faire remarquer ce qui est particulièrement relatif à la connaissance des mines de charbon de terre, & qui peut conduire à faciliter en quelque point leur exploitation.

Division des montagnes.

15. TOUTES ces éminences du globe, que l'on est à portée de voir en parcourant plusieurs pays, & dans lesquelles il est facile de remarquer des différences en hauteur, depuis celles qui sont médiocrement élevées, jusqu'à celles qui sont les plus élevées, donnent au seul aspect l'idée que les montagnes ne sont pas toutes constituées de même. On peut les diviser en deux classes générales, celles du premier ordre, & celles du second ordre; ou celles dites de *la vieille roche*, & celles de nouvelle formation.

Montagnes du premier ordre, montagnes primitives ou de la vieille roche, appelées aussi montagnes à filons.

16. LES montagnes les plus renommées ou les plus considérables par leur hauteur, telles que les Alpes, les Pyrénées, les Vosges, qui pour l'ordinaire présentent à l'œil de vastes chaînes, sont toujours les plus remarquées par un voyageur. Il n'est pas nécessaire de les fixer avec l'attention d'un physicien, pour s'appercevoir d'abord, que la continuité de cette chaîne s'étend très au loin, de manière à ne pouvoir être suivie, ou pour voir

partie de la minéralogie : mais nous ne nous sommes pas rencontrés sur la manière de mettre la France en possession de cet ouvrage. Le rendre littéralement en notre langue, était le moyen le plus naturel; aucun ouvrage, au jugement même de ce chimiste, n'en est plus digne; c'est d'ailleurs la seule façon de connaître exactement ce qui nous vient de l'étranger. L'artiste n'a pas jugé à propos de s'assujettir à cette règle, que tout autre aurait sans doute respectée à l'égard d'un ouvrage qui est émané d'une compagnie. Il a pris sur lui de refondre tout l'ouvrage, de présenter au public un traité formé d'après ce qu'il a vu dans ses voyages en Allemagne, & de ce qu'il a emprunté d'autres auteurs Allemands, de lier le tout avec ses propres idées, en assurant à la vérité que l'ouvrage de l'académie de Frey-

berg a toujours été le modèle sur lequel il s'est réglé dans la composition de son traité. Cet éditeur a senti lui-même qu'une pareille liberté prise aux dépens d'une compagnie, aurait besoin d'apologie pour n'être pas mal accueillie par plusieurs de ses lecteurs: il l'a tentée dans sa préface; les raisons qu'il y donne pour se justifier d'avoir tronqué, mutilé & défiguré à sa fantaisie un ouvrage précieux, n'ont pas autant de valeur qu'il se l'est imaginé: son intention, pour être louable selon lui, n'a pas été généralement du goût du public, & la traduction nette & entière que j'ai désirée est encore un ouvrage à entreprendre. Je crois pouvoir ajouter ici, qu'il m'a été assuré que l'ouvrage, comme traduction, était défectueux dans des mots techniques, que l'éditeur, n'avait pas entendus,

que les contours de ces montagnes représentent des figures exactes ; que leurs formes, quoiqu'absolument irrégulières en apparence, ont néanmoins des directions suivies & correspondantes à l'œil ; & si l'on me passe le terme, par le port de ces montagnes on juge d'abord qu'elles sont fixées profondément en terre ; elles donnent quelquefois l'idée d'une sorte digue destinée à servir de soutien aux montagnes du second ordre , qui viennent s'appuyer contr'elles , & qui alors finissent par aller se perdre insensiblement dans les plaines.

17. Ces excroissances énormes, qui portent dans leur extérieur rude & sauvage le caractère de la vétusté, & s'il était possible de se servir de cette expression, un reste de chaos, sont surmontées de pointes de rochers en désordre, qui semblent prêts à se détacher ; leur sommet chargé de rochers nus & informes, n'est jamais uni ; il s'élève fièrement sur une base étroite, en la comparant à la hauteur souvent inaccessible, sur laquelle on les voit comme s'élançant du centre de la terre vers les nues. Leur pied n'est pas plus facile à approcher que leur cime. Environné de vallées ou de profonds précipices, l'œil n'y découvre avec effroi que des abîmes entr'ouverts seulement pour le tonnerre, les éclairs, les ouragans, les eaux du ciel & des torrens. En observant donc si le lieu est montagneux, si les élévations ou montagnes s'élèvent insensiblement, & si elles tiennent à une chaîne considérable, ou si le pays, sans être montagneux, est coupé de teins en teins par des vallées, on aura occasion de présumer qu'un tel pays est d'ancienne formation.

18. A juger ensuite de ces montagnes par ce qui peut se voir de leur structure intérieure, par les matières endurcies, desséchées, pétries, cristallisées, minéralisées, accumulées dans leur sein, on est conduit naturellement, sur-tout si, en examinant la roche, cette partie se trouve régulière, disposée en pente & en couches ou en feuillets, on est conduit à regarder ces éminences comme des masses pierreuses aussi anciennes que le monde, & comme la véritable charpente du globe ; ce qui les fait appeler *montagnes primitives*, *montagnes de la vieille roche*, pour les distinguer des autres dont nous allons parler : & comme elles sont la matrice des mines qui se suivent par filons (a), on les nomme aussi quelquefois *montagnes à filons* ; alors elles ont un caractère particulier, mais qui ne doit pas nous occuper ici ; il nous suffira d'observer qu'elles ne sont point par

(a) On appelle *vrais filons*, des fentes suivies, qui ont une grande étendue, une direction marquée, quelquefois contraire à celle de la route où elles se trouvent, & qui sont remplies de substances métalliques,

soit pures, soit dans l'état détaché, que les mineurs assurent d'une voix unanime s'étendre ordinairement de l'est à l'ouest, en déclinant au midi de 9 à 10 degrés.

lits ou par bandes aussi multipliées que les montagnes du second ordre, & que différentes conches qui couvrent quelquefois ces montagnes primitives, n'y sont placées qu'accidentellement, & tout tout-à-fait étrangères à la montagne même.

19. LE corps de ces montagnes n'est qu'une masse d'*horstein* quartzeux, (a) ou tenant de la nature du *jaspé*, quelquefois d'une pierre calcaire spatique, qui s'enfonce perpendiculairement à l'horizon jusqu'à deux ou trois cent toises. Leur structure intérieure est assez homogène & sans interruption. Les tas de sable & de terre de *finer* (b), de *letten* (c), *mergel* ou argilles différentes, & diversement colorées, qui s'y rencontrent rarement, ne sont point nombreux, ni épais, ni disposés par lits; ils sont perpendiculaires à l'horizon, & s'enfoncent à une profondeur incommensurable, en sorte qu'ils paraissent avoir été portés ultérieurement dans les fentes de la pierre propre à ces montagnes. Rien de semblable, rien qui approche de tout cela dans les terrains auxquels est propre le charbon de terre, & dont nous avons rassemblé, dans la première partie de cet ouvrage principalement, le plus de descriptions qu'il nous a été possible.

Montagnes du second ordre, montagnes par couches, par dépôts.

20. LEUR forme, leur assiette établissent le caractère distinctif de ces montagnes, & donnent la raison pour laquelle elles sont bien moins élevées, & ont une pente plus douce que celles de toute ancienneté, qui, en conséquence de leur hauteur, semblent être à pic : elles paraissent avoir été placées après coup sur le terrain où elles se trouvent, comme les collines de sable que la mer forme le long de ses bords sur quelques côtes, ou comme les buttes de terre, résultantes de grands travaux pour lesquels il a fallu porter ailleurs les matériaux dont on a voulu se débarrasser : toute cette masse terreuse en plus grande partie, & qui forme éminence, n'appartient donc pas à la surface; elle n'y est qu'appliquée.

21. CES montagnes sont nommées *montagnes du second ordre*, soit parce qu'elles sont véritablement d'une formation postérieure aux autres, soit parce qu'elles sont le produit de différens accidens, de différens chang-

(a) Qui souvent forment les *salbandes* des filons.

(b) Espèce de terre argilleuse délayée, ou terre molle qui se trouve dans les mines.

(c) En général, ce mot désigne une espèce de terre tenace, grasse & sale, dont la couleur est différente. Les ouvriers de mines donnent souvent ce nom à l'argille,

ordinairement aux terres argilleuses, ou plutôt glaiseuses, qui se trouvent profondément dans la terre, & parmi les minéraux; ce *letten* est souvent appelé *besfieg*, lorsqu'il accompagne les filons de mine, entre le *salbande* & le filon, dont il est la trace.

mens, dont on reconnoît sensiblement dans quelques-unes, des vestiges qui autorisent à établir entre ces montagnes des soudivisions. Quelques-unes d'entr'elles paroissent être le résultat d'inondations ; elles sont connoissables en ce qu'elles sont arrondies dans leur pourtour, & plates à leur sommet ; leur intérieur semé de cailloux roulés, est formé de couches qui renferment du sable, de la craie, de la glaise, de la marne, des corps marins (a), des sels, des substances végétales, des substances de nature bitumineuse ou combustible. Ces couches extrêmement variées, & dont l'épaisseur se trouve plus marquée dans celles qui sont les plus enfoncées, sont faiblement inclinées à l'horizon, & vont s'appuyer contre les montagnes primitives qu'elles environnent de toute part, & dans lesquelles elles se perdent quelquefois, jusqu'à sembler ne faire qu'une même continuité avec ces dernières ; ce qui est très à remarquer, comme nous le dirons bientôt. Il en est aussi dont la formation est due à des courans ; elles sont composées entièrement de sables légers, mêlés intimement & par-tout de substances marines très-variées, éparpillées confusément depuis le sommet jusqu'à la base de la montagne : celle de Lousberg près d'Aix-la-Chapelle, est de cette espèce. Quelle que soit la cause de la formation de ces montagnes, comme elles sont seules propres au charbon de terre (b), il convient d'en rapprocher davantage les principaux phénomènes, tant intérieurs qu'extérieurs, afin d'en donner une idée exacte & précise qui aide sur-tout à les reconnoître infailliblement & à les distinguer entr'elles, & en même tems à savoir à quelle profondeur les veines de charbon de terre s'y trouvent placées.

22. Ce qui forme leur principal caractère est leur composition de bandes terreuses ; elles y ont été entassées en une quantité si prodigieuse, qu'elles sont presque entièrement formées de cet amas, qui leur a fait donner le nom de *montagnes par dépôts*, ou *montagnes par couches*. On y trouve cependant, & en assez grand nombre pour former une partie de leur masse, d'autres substances, dont les unes leur sont parfaitement étrangères, les autres leur sont propres. Du nombre des premières, sont les substances métalliques, telles qu'on en a vu dans les carrières de charbon de plusieurs pays ; mais ces substances métalliques, dispersées dans ces montagnes de nouvelle formation, présentent dans leur genre un caractère très-distinctif : tantôt elles s'y trouvent par morceaux détachés, par *marons*, ou par *blocs*, ou par *rognons*, ou par *nids*, nommés par les Latins MINERA NIDULANS,

(a) Les dépouilles de la mer d'aucune espèce ne se trouvent plus au-delà de deux cents toises dans les mines & ailleurs.

(b) M. Monnet prétend néanmoins qu'il peut y en avoir dans les montagnes régu-

lières & primitives ; il en donne pour preuve les mines de Fims en Bourbonnais, qui se trouvent dans un lieu de première formation, & dans un vrai granit.

par les Allemands NESTERWEIS, par les houilleurs de Dalem, mines en NIAIE ou en BOUROUTTE, par les Anglais SCHOADS. Ce ne sont la que des mines égarées, des éclats de filons appartenant originièrement aux montagnes primitives, dont elles ont été entraînées accidentellement. Ces fragmens de mines se sont quelquefois réunis ensemble, de manière à occuper une grande étendue de terrain, & à former une grande masse que les Allemands appellent SEIFFEN WERK, mines transportées. Ces mines ne sont point de véritables mines, comme celles qui sont propres aux montagnes primitives, dans lesquelles les mines se suivent en filons. Toutes ces différentes mines des montagnes du second ordre, quoiqu'en assez grande quantité, quelquefois dans un même canton, n'ont aucune communication entr'elles, ni avec les masses de pareilles mines qui se trouveraient dans leurs environs; ce sont des blocs peu enfoncés en terre & presque superficiels, dont l'organisation est toute différente de l'organisation & des montagnes à filons, & des mines propres aux montagnes par couches.

23. EN rapprochant ces circonstances de ce qui a été dit de la disposition de ces amas de couches très-souvent appuyées contre les montagnes primitives qui leur servent de support, & avec lesquelles elles semblent souvent se confondre, on verra que c'est des montagnes primitives que ces couches reçoivent les parties métalliques qui s'y rencontrent. Le sçavant éditeur de cet article dans l'Encyclopédie, n'a pas négligé de faire remarquer que ce voisinage des montagnes du premier ordre & des montagnes du second ordre, peut induire en erreur les observateurs qui ne feraient qu'une attention superficielle aux choses.

24. UNE des productions les plus ordinaires à toutes les couches & aux glaises, & qui par conséquent peut être regardée comme leur être propre, quoiqu'elle se rencontre quelquefois dans les filons de mines, ce sont les pyrites, dont la formation immédiate, la nature, la base, sont encore autant de problèmes. Ces substances, que quelques physiciens regardent comme une vraie mine de soufre, se trouvent mêlées avec les couches, dans une consistance, dans un état, dans une forme variée à l'infini; tantôt en concrétion autour des substances animales & végétales qui se sont rencontrées, tantôt faisant corps avec ces matières qu'ont pénétré l'acide vitriolique ou l'acide marin de la pyrite. Elles ont cependant des différences caractéristiques de celles qui sont dans les filons de mines; elles sont d'une forme particulière, sphérique, striée, ou cubique, & tombent en efflorescence à l'air, comme une terre vitriolique; ce qui indique qu'elles contiennent toujours moins de cuivre que de fer, d'où on les nomme pyrites martiales. La manière dont elles sont disposées dans les couches, n'est pas uniforme: M. Henckel remarque que, quoiqu'elles s'enfoncent quelquefois en

traversant ces bandes, elles sont toujours beaucoup inclinées & visent à s'étendre par les côtés, ce qui les transforme en une espèce de banc pyriteux, ou une *mine pyriteuse dilatée* (a); d'autres fois elles sont par amas, par nids, par rognons.

25. POUR ce qui est des pierres qui se rencontrent dans les montagnes par couches, c'est-à-dire, qui leur appartiennent essentiellement, elles diffèrent toujours des pierres qui composent les montagnes primitives : on a pu reconnaître que ce sont des marbres, des grès, des pierres à platte, des pierres à chaux, des ardoises, sous lesquelles l'argille bleue est très-commune, ou des substances terreuses, qui se sont durcies, qui sont le produit d'une décomposition particulière, résultante de leur mélange avec les substances qui les avoisinent. Celles de ces pierres les plus remarquables, ce sont celles nommées improprement *grès*, par les Liégeois *greit*, *koirelle* par les Français. Elles se rencontrent constamment dans toutes les mines de charbon ; mais ce qui les rend ici intéressantes, c'est que cette pierre qui est une espèce de granit plus ou moins décomposé, se trouve souvent mêlé avec le schiste, comme je l'ai fait remarquer dans ma première partie : c'est une connaissance importante pour notre objet, & on en est redevable aux observations des naturalistes. Les autres pierres qui entrent en partie dans la formation de ces montagnes, ne sont que des pierres que l'on pourrait nommer *pierres perdues* ; ce sont des portions détachées des montagnes primitives, sur-tout lorsqu'elles servent d'appui à celles du second ordre. Revenons aux couches dont ces montagnes du second ordre sont presque toutes formées ; arrêtons-nous à les considérer séparément, à les examiner dans toutes les circonstances qui les rapprochent des règles de l'exploitation des mines de charbon.

Couches des montagnes du second ordre.

26. CES bandes sont en grande partie des substances qui ont été apportées & déposées par *strata* dans les terrains de charbon de terre : ces substances par couches, qui accompagnent ce fossile, qui semblent entrer pour beaucoup dans son origine, dans sa formation, sont toujours, dans la plus grande partie de la masse de ces montagnes de la même nature, une argille diversément modifiée. Cette argille sert non-seulement de lien aux différentes espèces de terres qui entrent dans la composition de ces couches, mais sert presque toujours d'assise & de plancher au charbon de terre, sous la

(a) On appelle *mines dilatées* celles qui forment une espèce de couche à peu près parallèle à l'horizon.

forme d'ardoise nommée par les naturalistes *schiste*. Cette gangue (a) ou *maurice schisteuse* de la houille n'est toujours qu'une argille durcie, sulfureuse, alumineuse & feuilletée, bitumineuse, si la portion argilleuse a été imprégnée d'un acide vitriolique & fétide, si elle l'a été d'acide marin.

27. Des observations répétées ont fait connaître que ces ardoises ou pierres feuilletées occupent la partie du milieu du terrain sur lequel les couches sont portées, & que les mines de charbon de terre occupent toujours la partie la plus basse; de manière que la houille forme continuellement le sol ou la base qui sert d'appui aux autres lits dans les montagnes par couches. Ces couches sont horizontales, & par conséquent elles coupent transversalement les montagnes dans lesquelles elles sont renfermées; c'est la raison pour laquelle elles ne vont pas ordinairement à une si grande profondeur que les couches des montagnes primitives, dans lesquelles on doit se rappeler qu'elles sont perpendiculaires: c'est aussi la raison pour laquelle les mines de charbon de terre ont toujours une pente plus douce. Elles sont ici rangées parallèlement les unes sur les autres, de manière que chaque banc a dans toute son étendue la même épaisseur; on y observe cependant cela de particulier, que leur parallélisme est souvent dérangé: de tems en tems elles sont interrompues, elles se courbent, elles font des sauts, toutes choses qui prouvent que ces lits, & les montagnes qui en sont composées, ont éprouvé depuis leur formation des affaiblissements très-considérables.

28. Les bancs de charbon de terre présentent aussi, comme on l'a vu, les mêmes variations par sauts (b), les mêmes différences pour leur disposition en veines & par bouillons, ainsi que dans les veines métalliques par filons, ou par masses. Ces *rubbish* ne sont que des fondis, des transports ou amas, suite d'une disruption arrivée dans le corps de la mine même.

29. De toutes les circonstances ou phénomènes qui méritent le plus d'être observés par ceux qui projettent ou qui exécutent une fouille, relativement aux mines de charbon de terre, on doit sur-tout faire attention à la marche des lits de substances terreuses. Cette marche est singulièrement variée, ce qui est selon la pente plus ou moins considérable, plus ou moins insensible des montagnes dans lesquelles elles se trouvent; il est donc à propos de s'arrêter à ces deux circonstances, la pente des montagnes, & la marche des lits.

30. *Pente des montagnes.* On dit qu'une montagne a beaucoup de pente, lorsqu'une ligne droite, tirée du sommet à plomb, est beaucoup plus courte que celle qui serait tirée dans la longueur de la pente. Il paraît constant en

(a) Nous ne prenons toujours ce terme que dans la signification qui lui est donnée en plusieurs endroits de tout ce qui n'est pas mine; ce que les Allemands nomment

taubergarten.

(b) On peut voir l'explication de ces sauts dans Lehmann, tome III, page 287.

général que les pentes des montagnes, soit dans la direction de leurs chaînes, soit par rapport à leurs adossements collatéraux ou avances angulaires, sont beaucoup plus rapides du côté du midi que du côté du nord, & que ces pentes sont plus grandes vers l'ouest que vers l'est. Les montagnes de Suisse, celles d'Angleterre & de Norwege en sont des exemples. On observe aussi que les moindres chaînes vont pour la plupart d'est à l'ouest (a), & que les plaines, de même que les sommets de montagnes, penchent pour l'ordinaire insensiblement vers l'est & vers le nord.

31. *Marches différentes des lits de substances terreuses.* Dans les montagnes dont la pente est douce, les couches ont une inclinaison très-grande. Si la croupe de la montagne est escarpée, les couches sont ou coupées à-plomb, ou interrompues par des empilements de matières différentes qui se sont éboulées dans les vides qu'elles ont remplis, ou bien elles s'abaissent presque sans s'incliner, & gagnent la plaine.

32. *LORSQUE* les premières couches se trouvent de niveau au sommet d'une montagne, tous celles qui sont au-dessous, se trouvent pareillement de niveau. Les premiers lits du sommet d'une montagne penchent-ils ? les autres couches de la montagne suivent la même inclinaison.

33. Ces lits, qui sont parallèles ou non à l'horizon, suivent l'élévation & l'abaissement des croupes des montagnes qu'ils composent, pour franchir les montagnes correspondantes, & aller ensuite se plonger dans le vallon qui les sépare, & même dans celui qui se trouve au-delà.

34. *DANS* quelques vallons étroits, formés par des montagnes escarpées, les couches qu'on y aperçoit coupées à-plomb, & tranchées, se correspondent pour la hauteur, pour la disposition & pour la substance qui les compose. On imaginerait que c'est la même montagne qu'un accident a séparée en deux parties, sans défunir ses arrangements par lits. Dans les masses des montagnes primitives figurées, où l'on remarque les mêmes écartemens, l'extérieur des angles saillans, & les angles rentrans suivent la même disposition, sans qu'il y ait continuité dans l'intervalle.

A R T I C L E P R E M I E R.

Des connaissances qui ont rapport à l'usage des instrumens de géométrie dans la pratique de l'exploitation.

35. *APRÈS* s'être assuré si le lieu où l'on veut exploiter est d'ancienne ou de nouvelle formation, la première opération à faire indique naturelle-

(a) Needham, tome II, page 228.

ment tout ce qui doit fixer l'attention : l'enfoncement de la mine demande un choix réfléchi des endroits propres à asseoir les bures ; dans quelques pays , il est ordinaire de recourir à la sonde. Pour se déterminer avantageusement sur ces deux points , il faut au préalable s'étudier à reconnaître la marche des lits de substances terreuses , & principalement la manière dont se comportent les veines de charbon ; j'entends par cette expression la direction & la situation des veines relativement aux quatre points cardinaux du monde , (a) leur chute ou inclinaison relative à l'horizon , leur dimension en longueur , largeur & profondeur , leur force ou leur *puissance* en épaisseur (b).

36. C'EST de ces circonstances que dépendent une infinité de particularités qui constituent ce que l'on peut appeler véritablement *l'art de l'exploitation* , pour ne pas confondre ce qui n'est que manœuvre. S'agit-il , par exemple , de déterminer les espaces dans lesquels il est permis à un particulier de chercher la mine ? Est-il question de trouver la distance à mesurer d'un point quelconque d'une galerie à un point quelconque de la surface ou de l'extérieur de la terre , ou réciproquement trouver la distance à mesurer d'un point quelconque de la surface ou de l'extérieur de la terre à un point quelconque d'une galerie ? Veut-on arriver à une galerie par le chemin le plus court , marquer la voie par laquelle il est avantageux de conduire les eaux hors de la mine , pourvoir à la circulation de l'air , faire une description ichnographique , orthographique ou scénographique d'une mine ? Il est clair que ces recherches , qui se présentent dans la pratique de l'exploitation , arrêteront un entrepreneur , à moins qu'il ne se soit attaché sur-tout à bien connaître la manière dont se comportent les veines de charbon dans la masse du terrain qu'il a à fouiller.

37. POUR éviter ou abrégier les calculs par lesquels on peut parvenir à la solution de ces questions , on emploie différens instrumens , dont la plupart appartiennent aux mathématiciens. L'auteur de l'article *Géométrie souterraine* , dans l'Encyclopédie , désigne comme les plus importants & suffisans , le *niveau* , la *boussole* , le *genouil* , une *toise* & une *chaîne*. La simplicité de cet appareil s'accorde avec la pratique de plusieurs pays ; il a été facile de remarquer dans le cours de cet ouvrage , que toute la science des houilleurs ingénieurs , pour s'orienter dans la *pourchasse* des ouvrages

(a) En cosmographie les points cardinaux sont les intersections de l'horizon avec le méridien , appelées points du *nord* & de *sud* , & les intersections de l'horizon avec le premier vertical qu'on appelle l'*est* & l'*ouest* , d'où on a appelé aussi vents car-

dinaux [relativement aux points de l'horizon , d'où ils soufflent] ceux qui soufflent des points cardinaux , c'est-à-dire , de l'*est* , de l'*ouest* , du *nord* & du *sud*.

(b) Dans les mines métalliques le mot *puissance* exprime l'épaisseur des filons.

par la direction & la pente des veines, ou pour mesurer les souterreins, paraît se réduire à savoir faire usage de ces instrumens.

38. LES problemes résultans d'autres circonstances mises en proposition demanderaient, pour plus grande facilité dans leur solution, d'autres instrumens; tels que le *rappeur*, la *fausse-équerre*, autrement nommée *réci-proque*, le *graphometre*, la *perche*, la *pomme* ou *forme d'équerre d'arpenteur*. L'*astrolabe*, si l'on se trouvait en avoir un à sa disposition, serait très-commode. On ne doit pas regarder comme d'une moindre importance dans quelques occasions, le *compas de proportion*, auquel le *secteur anglais* peut être substitué, l'*échelle d'Edm Gunter*, Anglais, & le *quartier de réduction des marins*.

39. IL ne fera pas inutile, par cette raison, de joindre ici aux descriptions que nous avons données ailleurs, une notice succincte de ces derniers instrumens, & de leur usage; quelques-uns d'entr'eux seront connus plus particulièrement, par un ouvrage très-intéressant, que j'ai traduit du latin en français (a), dans le dessein de le faire paraître à la suite de la traduction que j'espérais pouvoir être donnée de ce qui a été publié par l'académie de Freyberg, sur l'art d'exploiter les mines métalliques.

40. JE ne dois cependant pas négliger de faire observer que la méthode instrumentale n'est pas uniquement renfermée dans la simple connaissance de ces instrumens, ni dans l'habitude de s'en servir. L'usage de quelques-uns des instrumens nécessaires aux opérations de mines, celui des cadrans, par exemple, a pour base la cosmographie astronomique. Il est des travaux qui se dirigent sur le lever & sur le coucher du soleil; d'autres fois on est dans le cas, à l'aide d'une méthode instrumentale ou autrement, de savoir s'orienter, c'est-à-dire, de chercher à s'assurer de quel côté est le nord ou l'orient, de quelle maniere les pays sont situés les uns à l'égard des autres.

41. CE reconnaissance par les points de l'horizon, & ces différents objets, exigent des détails particuliers, qui tiennent à la partie astronomique, désignée par Agricola parmi les connaissances utiles dans les travaux de mines: c'est même d'où dépend entièrement l'intelligence de tout ce qui a rapport à l'usage des divers instrumens de mathématiques, dont peuvent se servir les ingénieurs houilleurs, aux degrés qu'on y trace, &c. Comme nous allons développer la méthode instrumentale, & exposer d'une maniere raisonnée, leur construction, leur division, l'emploi de ces instrumens, il est nécessaire de déclarer ce que nous avons à en dire par des especes d'élé-mens de la sphere ou de l'astronomie sphérique.

(c) Joann. Frederici Weidleri, *Institutiones geometricæ subterraneæ*; editio altera, ab auctore recognita, cum fig. Vitemberg. M. DCCLI, in-4.

Abrégé de cosmographie astronomique, relatif aux opérations de mines.

42. PEU de personnes ignorent la forme admise dans le globe terrestre ; on a coutume de représenter aux yeux ce globe, par une machine appelée *sphère*, c'est-à-dire, un solide dont tous les points de la surface pris en tout sens, sont également éloignés d'un point en-dedans qui en est le centre ; & les astronomes ont imaginé sur certaines parties de ce globe, des points, des lignes, des cercles ; de manière que toute la *sphère* s'explique par des plans que l'on imagine passer par les corps célestes.

43. LA géographie astronomique, dans laquelle la terre est considérée par rapport au ciel, a emprunté ces mêmes points, ces mêmes lignes ou cercles ; on les suppose décrits tant au-dedans de la solidité du globe, que sur sa surface. Par la juste position du globe à l'égard du ciel, ils aident à concevoir quelle correspondance toutes les parties du globe ont avec les cieux, à faire connaître quel rapport ces mêmes parties ont les unes avec les autres, par leur situation respective, & les divisions mathématiques du ciel, qu'on a appliquées à celles de la terre, & qui servent de base à toute la géographie.

Des cercles de la sphere en général, & de leur division.

44. Les parties décrites sur la surface du globe, sont de différentes espèces ; on y compte entr'autres dix grands cercles verticaux, deux lignes & six points. Ces cercles, nommés *cercles de la sphere*, sont ceux qui coupent la *sphère* du monde, & qui ont leur circonférence sur sa surface.

45. ILS peuvent être distingués en cercles mobiles, & en cercles immobiles. Les cercles mobiles sont ceux qui tournent ou qui sont censés tourner par le mouvement diurne (a) ; de manière que leur plan change de situation à chaque instant. Les *méridiens* sont de ce genre. Les cercles immobiles ne tournent point, ou tournent en restant toujours dans le même plan : tels sont l'équateur & ses parallèles, l'écliptique.

46. Si l'on divise ces cercles à raison de leur grandeur, on appelle *grands cercles de la sphere*, ceux qui divisent la *sphère* en deux parties égales, ou en deux hémisphères, & qui ont le même centre que celui de la *sphère*. C'est par cette raison que tous les grands cercles sont égaux, & se coupent tous en portions égales, ou en demi-cercles : l'*horizon*, le *méridien*, l'équateur, les deux *colures*, les *azimuts*, sont de ce nombre. Les petits cercles de la

(a) Révolution que la terre fait autour de son axe, d'occident en orient, dans l'espace de vingt-quatre heures, pendant lesquelles elle présente successivement toutes ses parties au soleil.

sphère sont ceux qui, ne divisant pas la sphère également, n'ont leur centre que dans l'axe (*a*), & non dans le centre même de la sphère : ils sont communément désignés par l'analogie qu'ils ont avec les grands cercles, auxquels ils sont *parallèles*.

47. ON doit remarquer ici que tous les cercles de la sphère se transportent des cieux à la terre, & trouvent par-là leur place dans la géographie, aussi bien que dans l'astronomie : on conçoit en conséquence que tous les *points* de chaque cercle s'abaissent perpendiculairement sur la surface du globe terrestre, & qu'ils y tracent des cercles qui conservent entr'eux la même position & la même proportion que les premiers.

48. De tous les différens *cercles* & *points* de la sphère, nous ne parlerons que des principaux d'entr'eux, dont la connaissance est nécessaire, soit pour la mesure du tems, soit pour les instrumens gradués ; mais avant de les passer en revue, il est à propos de s'arrêter un instant à cette division qu'on fait sur les cercles ; pour servir de mesure.

49. LA circonférence de tout cercle, grand ou petit, est divisée en trois cents soixante portions égales, que l'on appelle en géométrie & en astronomie, *degrés*. Ce nombre a été choisi pour la division du cercle, parce qu'il se subdivise plus exactement qu'aucun autre en plusieurs parties égales sans reste. Chaque degré se divise en 60 autres parties égales plus petites, qu'on nomme *minutes*, chaque minute en soixante secondes, les secondes en tierces, & ainsi de suite à l'infini. L'usage est de marquer le degré par un o au-dessus des chiffres qui en expriment le nombre : pour écrire deux degrés, on écrit 2° ; les minutes se distinguent par un trait, les secondes par deux traits, les tierces par trois, &c. 1', 2'', 3''', &c. une minute, deux secondes, trois tierces, &c. Selon le calcul de M. de Cassini, la minute d'un degré de la terre est de 951 toises $\frac{2}{3}$, & la seconde est de 15 toises $\frac{2}{3}$.

Des principaux cercles de la sphère, & de leurs différens rapports entr'eux.

50. L'*HORIZON* est un cercle qui sépare la partie du ciel que nous apercevons, de celle que nous ne voyons pas : c'est le seul cercle qui nous soit visible dans le ciel ; mais il change à mesure que nous changeons de place ; il détermine le lever, le coucher des astres, le commencement du jour & de la nuit, & par conséquent les différentes grandeurs des jours. Ce grand cercle, divisé par 360 degrés, est sur-tout remarquable dans

(*a*) On appelle *axe de la sphère* toute ligne droite qui, passant par le centre, se termine de part & d'autre à la surface, & fait l'effet d'un essieu, autour duquel on

suppose que les cieux tournent. La circonférence de la terre étant reconnue de 9000 lieues, son diamètre moyen est estimé de 2865 lieues, & son rayon de 1432 & demie.

l'application que l'on en fait à la géométrie souterraine, en ce qu'il sert à construire la boussole & les cadrans, parce que la division de ces deux instrumens, comme nous l'observerons, n'est autre chose que la division de l'horizon.

§1. DES différentes parties de l'horizon, il ne sera parlé actuellement que des points verticaux, qui ont rapport non-seulement à l'horizon, mais encore au méridien & à l'équateur, que nous allons faire connaître avant tous les autres cercles. En indiquant la manière de s'orienter, il sera traité des quatre points collatéraux de l'horizon, autrement nommés les quatre points cardinaux du monde.

§2. ON nomme *zénith* & *nadir*, deux points verticaux du ciel, diamétralement opposés, & éloignés chacun de l'horizon de 90 degrés, l'un au-dessus de notre tête, l'autre au-dessous de nos pieds; de manière que nous sommes supposés les transporter toujours avec nous : le premier change par conséquent chaque fois que nous changeons de place; l'un & l'autre servent de *pole* (a) à l'horizon, le zénith étant le pole supérieur, & le nadir étant le pole inférieur : on les appelle aussi *poles de l'horizon*.

§3. Ils déterminent les méridiens de la manière qu'on va voir. Le nom arabe d'*azimut* a été conservé aux grands cercles verticaux qui s'entre-coupent au zénith & au nadir, & dont les plans sont en conséquence perpendiculaires à l'horizon. Ils coupent l'horizon à angles droits; or comme l'horizon est divisé par 360°, il donne lieu à décrire 360 azimuts, appelés aussi communément *cercles verticaux*. L'arc de l'horizon compris entre le méridien d'un lieu, & un vertical quelconque donné, dans lequel se trouve le soleil, prend le nom d'*azimut du soleil*. Le cercle qu'on s'imagine être mené du point vertical sur l'horizon à angles droits, s'appelle *cercle azimutal du soleil*. C'est dans les azimuts que l'on prend la hauteur des astres à toute heure; c'est-à-dire, que les cercles indiquent à quelle distance les étoiles & le soleil sont de l'horizon.

§4. Le *méridien*, ou *cercle de longitude*, est un grand cercle qui passe par les poles du monde & par le zénith ou nadir, du lieu où l'on est. Il est aisé d'inférer de là, que ce cercle est mobile, puisqu'on ne peut se mouvoir de l'orient à l'occident, sans changer de méridien. Ce cercle coupe verticalement le globe en deux parties égales, & l'horizon à angles droits; en sorte que ces deux cercles pris ensemble, divisent le globe en quatre parties égales. Le

(a) En géométrie, *pole* se prend généralement pour le point le plus éloigné de la circonférence d'un grand cercle, décrit sur un globe, en quelque situation que ce soit, de même que le centre dans les figu-

res planes : le zénith est le pole de l'horizon. Le nom de *poles du monde*, ou *du globe*, est consacré en géographie, pour désigner les deux points de la surface où se termine son axe.

point où le méridien coupe l'équateur du côté du soleil, est le *midi*; & le point opposé au midi, se nomme *septentrion*. Les poles du méridien sont les points du *vrai orient* ou du *vrai occident* dans l'horizon.

55. Le méridien passant par les poles de l'horizon, il s'enfuit qu'il y a autant de méridiens qu'il y a de points sur l'équateur; le premier se place différemment par différentes nations. Celui de ces cercles qui passe par un lieu marqué de la terre, est nommé *méridien du lieu*. Ce cercle est appelé *méridien*, parce qu'il sert à marquer le milieu de la course des astres au-dessus de l'horizon, c'est-à-dire, la moitié de l'espace que les astres parcourent depuis leur lever jusqu'à leur coucher; c'est ce qu'on nomme *hauteur méridienne*. Il est encore particulièrement d'usage dans la *gnomonique* (a), pour donner de l'assiette aux cadrans solaires, en plaçant leur midi directement vis-à-vis la ligne méridienne.

56. Ce cercle sert à une infinité d'usages. Comme les méridiens sont tous perpendiculaires à l'horizon, c'est sur eux que se mesure la distance qu'il y a du soleil, d'un astre, d'une planète, ou de quelque point de la sphère du monde à l'équateur, soit vers le nord, soit vers le sud, ce qui s'appelle en astronomie *déclinaison*; & alors les méridiens sont qualifiés *cercles de déclinaison*, lesquels sont tous parallèles à l'équateur. Cette déclinaison astronomique est la même chose que la latitude géographique, qui est fort différente de la latitude astronomique; la déclinaison n'étant, comme on vient de le marquer, que l'éloignement de l'équateur vers un des poles du monde.

57. La *déclinaison* est mesurée par un arc d'un grand cercle compris entre le point donné où l'on suppose l'astre & l'équateur, & perpendiculaire au plan de l'équateur; par conséquent le grand cercle dont ont se sert pour mesurer la déclinaison, passe par les poles du monde, & ce cercle s'appelle *cercle de déclinaison* ou *méridien*, qui est la même chose que *latitude* en géographie. Cette latitude est la position de chaque point des méridiens, par rapport à l'équateur; & c'est par leur moyen qu'en comptant de ce dernier cercle, on peut déterminer cette position, soit sur la terre, soit dans le ciel.

58. Le *cercle équinoxial*, ou l'équateur, est un des grands cercles de la sphère qui divise le globe en deux parties égales, dont l'un est l'hémisphère méridional & l'autre l'hémisphère septentrional. Il se voit sur toutes les cartes, représenté en ligne droite, ce qui fait qu'il est nommé *ligne* par les pilotes: les points où il coupe l'horizon marquent le *vrai orient* & le *vrai occident*. Etant divisé comme tous les grands cercles en 360 degrés, chaque

(a) On appelle *gnomonique* l'art de tracer sur un plan ou sur une muraille la projection des cercles de la sphère, & d'y placer un style de manière que son ombre tombe

sur quelqu'une des lignes qui les représentent, afin qu'elle fasse connaître le *cercle horaire*, dans lequel le soleil se trouve. Cette projection s'appelle *cadrans solaire*.

heure contient la vingt-quatrième partie de ce cercle, c'est-à-dire, quinze degrés : ainsi un degré de l'équateur vaut quatre minutes, & quatre secondes de tems répondent à une minute de degré.

59. LES cercles parallèles à l'équateur sont nommés *parallèles de l'équateur*, parce qu'au moyen de leur *intersection* (a) avec le méridien, ils font connaître les latitudes des lieux. C'est en conséquence de la remarque faite précédemment de l'abaiffement de tous les points de chaque cercle sur la surface du globe, en ligne perpendiculaire, que l'équateur terrestre est un cercle tracé sur la surface de la terre & qui répond précisément à la *ligne équinoxiale*.

60. ON confond ordinairement cette ligne équinoxiale ou *l'équinoxial* autrement dit, avec l'équateur ; mais ce n'est pas la même chose. La *ligne équinoxiale* se conçoit en supposant un rayon de la sphere prolongé par-delà l'équateur, & qui par la rotation de la sphere sur son axe, décrit un cercle sur la surface immobile & concave du grand orbe (b), tandis que l'équateur est mobile & supposé tracé sur la surface convexe de la sphere.

61. TOUTES les fois que le soleil, dans son mouvement *apparent*, arrive à ce cercle, les jours & les nuits sont égales par tout le globe : c'est de là que ce cercle tire son nom. L'*équinoxial* est donc un cercle que le soleil décrit dans le tems des équinoxes, c'est-à-dire, quand la longueur des jours est sensiblement ou exactement égale à la longueur de la nuit ; ce qui arrive deux fois par an. Il sert à la construction des cadrans solaires.

62. AVANT de terminer ce que nous avons à dire sur les autres cercles qui restent à examiner, il convient de donner connaissance des demi-cercles qui appartiennent, sous un nom particulier, aux deux derniers cercles dont nous venons de parler, le méridien & l'équateur.

63. UNE portion de cercle entre deux méridiens, ou cette même portion entre deux parallèles, forme ce qu'on appelle en cosmographie *degré*, dont par conséquent il y a de deux sortes à bien distinguer l'une de l'autre. Le degré entre les méridiens, s'appelle *degré de longitude* : dans les cartes, on les marque de bas en haut, sur les bords supérieurs. *Longitude* d'un lieu, en géographie, est la distance de ce lieu à un méridien, que l'on regarde comme le premier ; c'est proprement un angle d'un degré : ainsi ce terme *longitude* exprime un nombre de degrés de l'équateur compris entre la méridienne du lieu, & celui de tout autre lieu proposé. Il y a 360 degrés de longitude, & ils se comptent d'occident en orient, & se marquent sur l'équateur, parce que tous les méridiens coupent ce cercle à angles droits.

(a) Ce terme de géométrie est employé pour exprimer le point de la rencontre des lignes ou cercles qui se coupent.

(b) Espace sphérique où l'on suppose que le soleil se meut, ou plutôt dans lequel la terre fait sa révolution annuelle.

64. L'ESPACE renfermé entre deux parallèles, est appelé *degré de latitude* ; plus généralement & plus précisément on appelle de ce nom (soit que l'on adopte pour la terre une forme sphérique, soit qu'on ne l'adopte pas) l'espace qu'il faut parcourir sur un méridien, pour que la distance d'une étoile au zénith croisse ou diminue d'un degré. Si l'on conçoit un nombre infini de grands cercles passant tous par les poles du monde, ces cercles seront autant de méridiens, c'est-à-dire, de demi-cercles, contenant chacun 180 degrés, qu'on appelle *degrés de latitude*, marqués dans les cartes de droite à gauche, sur les bords des deux côtés.

65. CHAQUE degré de latitude, en supposant la terre sphérique, n'est autre chose que la 360^e partie d'un méridien. La plus grande latitude est de 90 degrés ; car le pole qui est au plus grand éloignement de l'équateur, en est à 90 degrés de chaque côté. Dans l'hypothèse de la forme sphérique, ou à peu près telle, de la terre, un degré de latitude est d'environ 57000 toises, ou 57060 toises en nombres ronds.

66. LA latitude, qui se mesure, comme on l'a vu, par la distance du zénith à l'équateur, & sur terre par la distance d'un pays à ce grand cercle, est sur-tout très-importante à connaître ; elle donne le moyen de monter le globe horizontalement pour un lieu, c'est-à-dire, de déterminer l'horizon de ce lieu, pour répondre aux questions que l'on peut faire sur l'heure actuelle, sur le lever du soleil dans cet horizon un tel jour de l'année, sur la durée des jours, des nuits, des crépuscules.

67. LA latitude d'un lieu, & l'*élévation du pole sur l'horizon* de ce lieu ; sont des termes dont on se sert indifféremment l'un pour l'autre, parce que la latitude d'un lieu est toujours égale à l'élévation du pole de ce lieu ; ou, si l'on veut parler le langage des astronomes, parce que les deux arcs désignés par ces deux termes sont toujours égaux, ce qui est fort aisé à concevoir.

68. ON fait par la division de la sphere, que l'équateur est distant du pole de 90 degrés, & que le méridien est de 180 degrés ; la distance du zénith à l'horizon est donc de 90 degrés.

69. COMME le pole est un point mathématique, & qui ne peut être observé par les sens, sa hauteur ne saurait non plus être déterminée de la même manière que celle du soleil & des étoiles ; c'est pourquoi l'on a imaginé, pour y parvenir, une méthode qui est très-bonne sur terre. On commence par tirer une *méridienne* ; on place un quart de cercle sur cette ligne, de façon que son plan soit exactement dans celui du méridien ; on prend alors quelque étoile voisine du pole, & qui ne se couche point ; par exemple, l'étoile polaire, & l'on observe la plus grande & la plus petite hauteur.

70. DE ce que la latitude est la distance d'un lieu à l'équateur, ou l'arc du méridien compris entre le zénith de ce lieu & l'équateur, il suit que la latitude peut être ou *septentrionale* ou *méridionale*, selon que le lieu dont il est question est situé en-deçà ou au-delà de l'équateur; savoir, en-deçà, dans la partie septentrionale que nous habitons, & au-delà, dans la partie méridionale: on dit, par exemple, que Paris est situé à 48 degrés 50 minutes de latitude septentrionale; que la ville de Liege est à 39 degrés 21 minutes, &c.

71. LES douze *cercles horaires* sont de grands cercles qui se rencontrent aux poles du monde, qui coupent l'équateur à angles droits en 24 parties égales, pour les 24 heures du jour naturel, & déterminent le mouvement de la terre dans une heure, par son mouvement d'orient en occident, en un jour. Les astronomes en font passer par tous les quinze degrés de l'équateur, & font servir le *méridien* pour tous les cercles horaires, parce qu'on y fait passer successivement les degrés de l'équateur; ce sont par conséquent autant de méridiens, & ils font entr'eux des angles de quinze degrés chacun, c'est le nombre de degrés que la terre fait par heure dans son mouvement diurne. Dans la *gnomonique*, ce qu'on appelle *cercles horaires* n'est que la projection des méridiens, & font des lignes droites.

72. L'*écliptique* est un grand cercle de la sphere, qui fait avec l'équateur qu'il coupe, un angle de 23 degrés 29 minutes; il tire son nom de ce que les éclipses arrivent lorsque la lune y est. Quelques auteurs l'ont appelé le *chemin du soleil*, parce que cet astre, ou, suivant Copernic, la terre, est le seul qui ne s'écarte jamais de ce cercle dans son mouvement annuel. Il est divisé en 360 degrés, comme tous les cercles, avec quelque différence.

73. *Des poles.* LES six principaux points de la sphere, sont le zénith & le nadir, que nous avons fait connaître en même tems que l'horizon, auquel ils servent de poles, les deux poles du monde, l'orient & l'occident. Les poles du monde sont distingués par les mêmes noms qui désignent les poles de la sphere.

74. LE pole *boréal*, dit aussi pole *aquilonaire*, pole *arctique*, pole *septentrional*, est celui qui est dans la partie du ciel que nous voyons: on l'appelle autrement *pole nord*, parce que le nord est la place du pole boréal; le nom de *pole arctique* lui vient de la constellation de l'ourse, nommée par les Grecs, *αρκτος*, & qui est située vers le septentrion; en français ce pole est nommé *septentrional*, à cause de sept étoiles principales, *septentriones*, dont sont composées la grande & la petite ourse, qui forment par leur assemblage ce qu'on appelle le *chariot*.

75. LES personnes les moins instruites savent communément assez bien

distinguer cette constellation : nous croyons cependant à propos de décrire d'une manière précise sa disposition , qui est essentielle à connaître par rapport à une manière de s'orienter , dont nous parlerons bientôt. De ces sept étoiles assez grandes , quatre font une espèce de quarré , & trois en s'éloignant forment une espèce de queue , c'est la *grande ourse*. Près de cette constellation , on en apperçoit une autre composée aussi de sept étoiles , mais moins brillantes ; la dernière de celles qui composent la queue , est l'*étoile polaire* , éloignée du pôle d'environ 2 degrés.

76. L'AUTRE pôle nommé le *pôle austral* , *pôle sud* , est aussi appelé *pôle antarctique* , parce qu'il est diamétralement opposé au pôle arctique ; ce qui est cause qu'il ne paraît jamais sur notre hémisphère. On le nomme encore *pôle méridional* ou *point du midi* , parce qu'il est vers le midi à l'égard de l'Europe , c'est-à-dire , à l'égard de ceux qui habitent entre l'équateur & le septentrion.

77. *Points de l'horizon*. ON appelle *points de l'horizon* , certains points formés par les intersections de l'horizon avec les *cercles verticaux*. Ce sont ces quatre principaux points réunis , que les Latins appellent *cardines mundi* , en français *points cardinaux* , parce qu'ils marquent les quatre principales parties ou régions du monde , & déterminent la position de plusieurs autres points. Ils sont éloignés les uns des autres d'un quart de cercle ou de 90 degrés , & divisent l'horizon en quatre parties égales.

78. UN de ces points est celui où le soleil se lève au vrai orient & commence à paraître en montant sur notre horizon , lorsqu'il fait son cours sur l'équateur ; il se nomme le *levant* ou l'*est* ; c'est celui où le premier vertical coupe l'horizon , & qui est éloigné de 90 degrés du point du nord ou sud de l'horizon. Le second est au vrai occident , où le soleil se couche , & vient à disparaître en descendant de notre horizon quand il parcourt l'équateur : ce point est appelé le *couchant* ; c'est , à proprement parler , l'intersection du premier vertical , & de l'horizon du côté où le soleil se couche ; en cosmographie il se nomme *ouest*. L'orient & l'occident sont également éloignés des deux pôles , l'un à droite , l'autre à gauche d'une personne qui regarde le pôle septentrional.

79. LES deux autres points cardinaux , appelés *septentrion* & *midi* , sont les mêmes que les pôles arctique & antarctique ; ils sont estimés fixes & immobiles , & se trouvent au vrai midi & au vrai nord. Le *midi* , appelé aussi *sud* , est distant de 90 degrés des points est & ouest , & de 180 degrés du nord. Ainsi le nord juste & le midi juste sont diamétralement opposés ; & une ligne que l'on tirerait de l'un à l'autre est la *méridienne* , d'où la *ligne méridienne* s'appelle quelquefois *ligne du nord & sud* , parce que sa direction est d'un pôle à l'autre.

80. LA maniere de s'exprimer, comme les marins, par l'aire des vents, & leur division, servant quelquefois à désigner ou la situation des différens lieux, ou l'heure de la boussole appliquée à la direction & à l'inclinaison des veines; il n'est pas inutile de mettre au fait de ce langage, dans lequel on compose quelquefois le mot *ouest* avec les mots de *nord* & *sud*, pour faire un demi-vent, ou un quart de vent. On appelle ainsi l'aire de vent compris entre une aire de vent principal, comme nord, sud - est & ouest, nord-est, nord-ouest. On appelle *nord* tout ce qui est du côté du nord depuis l'ouest jusqu'à l'est, c'est-à-dire, depuis l'occident vrai, jusqu'à l'orient vrai.

81. LES navigateurs divisent ce demi-cercle en plusieurs parties.

Premièrement ils le divisent en quatre; en plaçant le *nord-est* entre le nord & l'est, c'est-à-dire, entre le vrai septentrion & l'orient vrai.

Et le *nord-ouest* entre le nord & l'ouest, c'est-à-dire, entre le même septentrion & l'occident vrai.

Ils subdivisent encore les espaces qui sont entre l'ouest, le nord-ouest, le nord, le nord-est & l'est.

Quand, la plupart du tems, on dit qu'un lieu est au nord de l'autre, il ne faut pas l'entendre toujours dans la grande exactitude, c'est-à-dire, du vrai nord, mais du nord plus ou moins oriental ou occidental; ce mot signifie alors la partie du monde qui est septentrionale à l'égard de quel-qu'autre pays.

Nord-est, nom de la plage qui est entre le nord & l'est.

Nord-est, quart à l'est, plage qui décline de $33^{\circ} 45'$ de l'est au nord.

Nord-est, quart au nord, plage qui décline de $33^{\circ} 45'$ du nord à l'est.

Nord-nord-est, celle qui décline de $22^{\circ} 30'$ du nord à l'est.

Nord-nord-ouest, située à $22^{\circ} 30'$ du nord à l'ouest.

Nord-ouest, plage qui est entre le nord & l'ouest.

Nord-ouest, quart à l'ouest, plage qui décline de $33^{\circ} 45'$ de l'ouest au nord.

Nord-ouest, quart au nord, plage qui décline de $33^{\circ} 45'$ du nord à l'ouest.

Nord quart, nord-est, qui décline de $11^{\circ} 15'$ du nord à l'est.

Nord quart, nord-ouest, qui décline de $11^{\circ} 15'$ du nord à l'ouest.

Sud-est, indique une plage qui tient le milieu entre l'orient & le midi.

Sud-est, quart à l'est, celle qui décline de $33^{\circ} 45'$ de l'orient au midi.

Sud-est, quart au sud, plage qui décline de $33^{\circ} 45'$ du midi à l'orient.

Sud-ouest, est celle qui tient le milieu entre le midi & l'occident.

Sud-ouest, quart à l'ouest, plage qui est à $33^{\circ} 45'$ de l'occident au midi.

Sud-ouest, quart au sud, celle qui décline de $33^{\circ} 45'$ du midi à l'occident.

Sud, quart au sud-est, plage qui est à $11^{\circ} 15'$ du midi à l'orient.

Sud, quart au sud-ouest, celle qui est à $11^{\circ} 15'$ du midi à l'occident.

D ij

Sud-sud-est, plage de $22^{\circ} 30'$ du midi à l'orient.

Sud-sud-ouest, celle qui décline de $22^{\circ} 30'$ du midi à l'occident.

Je passe maintenant à la manière de s'orienter par les quatre points cardinaux : en supposant même que cela soit nécessaire à quelqu'un qui n'aurait aucune idée de ce qui vient de précéder, j'indiquerai d'une manière succincte, pour les deux saisons de l'année, comment on peut y parvenir.

Instruction pour s'orienter de jour & de nuit.

82. POUR s'orienter le jour, il faudrait reconnaître l'heure de midi, le soleil étant au méridien. Alors on regarde le midi ; derrière soi est le nord, la gauche est le levant, à la droite est le couchant.

83. Il faut cependant observer la différence de l'hiver & de l'été par les quatre points collatéraux, ainsi nommés parce qu'ils sont à côté des points cardinaux. L'*orient d'été* est le point où le soleil se lève, & commence à paraître sur l'horizon au commencement de l'été, dans le tems des plus longs jours. L'*occident d'été* est le point de l'horizon où le soleil se couche, lorsque les jours sont les plus longs. L'*orient d'hiver* est le point où le soleil se lève sur l'horizon au solstice d'hiver, dans les tems des jours les plus courts. L'*occident d'hiver* est le point où le soleil se couche & vient à disparaître de l'horizon, quand les jours sont de même les plus courts.

84. Si c'est la nuit que l'on veut s'orienter, il faudrait chercher l'*étoile polaire*, autrement dite l'*étoile du nord*. Cela ne sera pas difficile en se rappelant ici que le pôle doit être un point fixe dans le ciel ; & comme la constellation de la *petite ourse* tourne avec le ciel autour du pôle, elle n'est pas précisément au point du pôle ; on choisit donc pour l'*étoile du nord*, la dernière de la queue de la petite ourse. Ceux qui l'observeront les premiers, lui ont donné ce nom, parce qu'étant très-peu éloignées du pôle ou du point sur lequel tout le ciel paraît tourner, elle décrit autour du pôle un cercle si petit qu'il est presque insensible. Elle est la plus voisine du pôle qui doit être immobile au centre du cercle qu'elle décrit. Ce centre est le véritable *nord* : le nord moins proprement dit, est cette constellation que le peuple nomme *nord*.

85. CONNAISSANT la constellation de la grande ourse, dont quatre étoiles forment un carré long, il est aisé de distinguer l'*étoile polaire* : menant une ligne droite par les deux étoiles du carré de la grande ourse, celles près de la tête continuant cette ligne, elle ira rencontrer l'*étoile polaire*, qui est de la seconde grandeur & de même lumière que celles de la grande ourse. Ainsi, en regardant l'*étoile polaire*, on regarde le nord ; derrière soi est le midi, à sa droite est le levant, & à sa gauche le couchant.

Des instrumens propres à mesurer le tems & à marquer les heures.

86. DE tous les mouvemens connus, celui de la terre sur son axe est le moins variable & le moins altéré; il fournit par cette raison la manière la plus parfaite de mesurer le tems. Il a dû être naturel de chercher cette mesure du tems, dans la révolution apparente du soleil autour de la terre; les laboureurs, les gens de la campagne, ne connaissant pas d'autre façon de suppléer aux horloges, les montagnes, les arbres, les édifices qu'ils sont à portée de voir tous les jours & à différentes heures, sont pour eux des gnomons, c'est-à-dire, des indicateurs ou renseignemens disposés & placés les uns par la nature, les autres par le hasard, à l'aide desquels ils mesurent l'ombre ou quelques rayons du soleil, & trouvent, sinon dans la dernière exactitude, du moins assez juste, les différences & les intervalles des heures. Il n'est pas moins utile, en fait de travaux de mines, de recourir à une bonne montre ou à un cadran solaire. Afin de ne rien laisser à désirer sur toutes les parties relatives à notre objet, nous nous arrêtons ici sur ces deux meubles, la montre & le cadran solaire, qui, pour quelques opérations, ne sont pas d'une petite conséquence.

87. Des cadrans solaires. LE double avantage des cadrans, de suppléer au défaut de toute espèce d'horloge, d'être encore indispensablement nécessaires pour que les horloges indiquent l'heure juste, & de tous tems donné lieu à une diversité considérable d'inventions aussi curieuses qu'intéressantes: depuis que les montres & les pendules se sont multipliées, la gnomonique, ou l'art de tracer des cadrans, n'en est devenue que plus intéressante.

88. IL existe un nombre d'ouvrages latins & français sur cette matière, & il en est peu dans lesquels chaque auteur n'ait ajouté quelque méthode de sa façon; notre point de vue se réduit à donner une manière de construire un cadran solaire à portée d'être consulté avec facilité, & convenable au logement qu'on occupe, aux jours où le soleil y porte ses rayons, soit dans l'embranchure de sa fenêtre, à droite ou à gauche, soit sur les vitres de sa croisée. Nous sentons combien il est important de dispenser nos lecteurs de toute espèce de travail à ce sujet; encore plus de les exempter de faire une application recherchée de la doctrine de la sphère aux cadrans: d'une autre part, les règles de gnomonique, entièrement fondées sur le mouvement des corps célestes, & particulièrement sur le mouvement journalier de la terre, ne seraient propres qu'à rebuter les gens du métier.

89. NOUS nous sommes promis aussi de resserrer tant qu'il serait possible les connaissances que nous aurions à présenter aux ingénieurs houiileurs: pour l'objet dont il s'agit ici, nous nous trouvons à portée de remplir notre engagement; on en jugera par la méthode que nous allons indiquer;

elle consiste à tracer sur le papier un *cadran droit* (a), & un *cadran déclinant* (b), que l'on peut dessiner ensuite sur une de ses vitres, ou dans l'embranchure d'une fenêtre, tel qu'il doit être, selon la *déclinaison* de l'appartement qu'on occupe; car il est peu d'appartemens qui soient directement au midi.

90. POUR tracer ces deux premiers eadrans, on n'a plus besoin, pour leur construction, après s'être fait un plan vertical (c) & un horizon artificiel (d), que d'une *regle*, d'un *quart de cercle* (e), d'une *équerre* (f), ou d'un *secteur* (g), faisant l'office d'équerre, & d'une *bouffole*. Cette méthode

(a) Nommé aussi *régulier*, c'est-à-dire, fait sur la surface d'un plan qui regarde droit l'une des quatre parties du monde: voyez fig. 5, pl. XXXI.

(b) On appelle *déclinant* en général tout cadran qui ne regarde pas directement quelqu'un des points cardinaux: voy. fig. 7.

(c) C'est-à-dire, un plan per. endiculaire à l'horizon, lequel par conséquent étant prolongé, passe par le zénith & le nadir: à ce quart de 90, il faut remarquer en A, fig. 1, deux fils, dont l'un nommé fil d'à-plomb, & terminé par un petit plomb E, est destiné à être transporté sur l'horizon artificiel, suivant la déclinaison du mur; & l'autre sans plomb, qui tient l'horizon artificiel en suspens à angle droit.

(d) Ce *petit horizon artificiel*, ou *quart de cercle*, fig. 2, n'est qu'un arc de 90, tracé sur un plan vertical, qu'il faut supposer présenté horizontalement au-dessous du vrai plan vertical, fig. 1, de manière que tous deux s'alignent aux points B, C, & b, c. Nous en ferons connaître l'usage à sa place.

(e) On ne doit entendre ici par cette expression que la quatrième partie d'une quantité, d'un cercle ou d'un arc de 90 degrés, qui contient la quatrième partie d'une circonférence, tracée sur une matrice quelconque, bois, corne, carton, &c. ce nom de *quart* étant souvent donné à l'espace compris entre un arc de 90 degrés, & deux rayons perpendiculaires l'un à l'autre, au centre d'un cercle: voyez fig. 1.

(f) Instrument composé de deux règles

de bois, ou de fer, ou de laiton, &c. & joint à angles droits. Son usage est pour tirer des perpendiculaires, tracer & mesurer des angles droits: il est important, quand on se sert de cet instrument, d'être sûr s'il est juste; la manière de l'éprouver consiste 1°. à décrire un demi-cercle sur une ligne droite; 2°. des deux extrémités, tirer arbitrairement deux lignes droites ou cordes jusqu'à un certain point de la circonférence. Or, il est démontré en géométrie, que l'angle à la demi-circonférence est droit; donc ces lignes formeront un angle droit: ainsi, en appliquant l'équerre à ce point par sa pointe, si ses jambes s'ajustent avec ces deux lignes, l'équerre sera juste.

(g) *Secteur* signifie en général une figure dont la base est une partie de la circonférence d'un cercle, & dont les côtés sont terminés par des lignes tirées du centre de la figure; ainsi le secteur d'un cercle est une partie du cercle ou un triangle mixte, compris entre deux rayons ou demi-diamètres d'un cercle & un arc: d'où il est évident qu'un secteur de cercle est moindre ou plus grand qu'un demi-cercle: celui-ci, fig. 3, pl. XXXI, est construit de manière qu'outre ce que l'on en voit ici, le tranchant A B, sur lequel il doit être appliqué au plan vertical, de manière que sa pointe A touche au point A du plan vertical, est muni à son rebord opposé qui ne peut être aperçu, & dans sa longueur, d'une pièce maintenue & assujettie convenablement, pour que le secteur puisse être tenu commodément, & promené de même dans tout le contour intérieur a e du plan vertical.

de construire les cadrans par le moyen d'un horizon artificiel, est de l'invention du R. P. Cheron, religieux théatin à Paris, qui nous l'a communiquée : elle a le mérite de pouvoir servir pour toutes sortes de latitudes, en transférant l'horizon vertical plus haut ou plus bas, suivant le degré de latitude.

91. POUR entendre facilement cette description, qui tient à celle de toute espèce de cadran, voici deux suppositions mathématiques qu'il faut toujours avoir présentes à l'esprit. 1°. Que le soleil décrit tous les jours un cercle, & on doit regarder un cadran solaire comme la représentation de ce cercle divisé en tems égaux, relatifs à ceux que parcourt cet astre. 2°. Que le soleil décrit tous les jours un parallèle à l'équateur.

92. L'INDICATION des heures par un cadran solaire, étant le résultat de l'ombre d'un stile, ou droit, ou oblique, ou incliné, élevé au centre de la projection, sur des surfaces différentes, en tombant sur des lignes disposées par l'art de la gnomonique, il s'ensuit que l'on doit distinguer dans cette horloge solaire plusieurs parties ; 1°. le plan du cadran ; 2°. le stile ; 3°. les lignes qu'on trace sur le plan ou la surface. Nous allons donner quelques notices sur ces différens points, & des généralités sur les principales lignes qui entrent dans la composition d'un cadran, sur l'application qu'on y fait de quelques cercles de la sphère, dont les cadrans empruntent leurs noms distinctifs selon qu'ils sont parallèles au cercle de l'horizon, à celui de l'équateur, &c.

93. ON nomme *vertical du plan* du cadran, la perpendiculaire qui va depuis la pointe du stile jusqu'à son pied ; la *verticale du lieu* est la ligne droite perpendiculaire à l'horizon, qui passe par l'extrémité du stile. La *ligne horizontale* est la rencontre de la surface du cadran avec un plan de niveau ou horizontal ; elle passe par la pointe du stile. Quand le plan du cadran est vertical, cette ligne horizontale passe par le pied du stile. L'*horizon du plan* est le grand cercle de la sphère, auquel le plan du cadran est parallèle.

94. ON appelle *lignes horaires*, ou *lignes des heures*, les lignes qui se rencontrent toutes au centre du cadran, & qui marquent les heures ; c'est-à-dire, que l'ombre du soleil doit atteindre à une certaine heure ; ce sont les *intersections des cercles horaires* de la sphère, avec le plan du cadran, entre lesquelles la principale est la ligne méridienne : la justice des cadrans dépend d'une position exacte de ces lignes horaires ; leur division commence de la ligne du midi ou méridienne du cadran.

95. ON appelle *plan du cadran*, la rencontre de sa surface avec l'axe du cadran qui passe par la pointe du stile, & qui est parallèle à l'axe du monde. Ce plan est éloigné du centre de la terre autant que le stile droit a de longueur. Le point dans le plan du cadran où aboutissent toutes les lignes horaires, s'appelle le *centre du cadran* ; & ce centre représente toujours le pôle du monde qui est élevé sur l'horizon du plan.

96. Tous les plans des cadrans peuvent avoir un centre; il faut néanmoins en excepter les cadrans orientaux, occidentaux ou polaires, dont les lignes horaires sont parallèles entr'elles & à l'axe du monde; une ligne droite tirée du centre du cadran, est appelée *axe* du cadran, & l'on nomme l'extrémité de l'axe du cadran *centre diviseur de la soufilaire*; c'est un point représentant le centre du monde, & servant pour diviser en degrés la représentation d'un grand cercle de la sphere, savoir, la *ligne droite*, dont il est dit *centre diviseur*.

97. On nomme *rayon de l'équateur*, une ligne droite, tirée de l'extrémité de l'axe, autrement dite *centre diviseur de la soufilaire*, & qui est perpendiculaire au même axe. On appelle *ligne équinoxiale* l'interfection de la surface du cadran & du plan du cercle équinoxial.

98. Cette ligne est toujours d'équerre avec la *soufilaire*; c'est pourquoi lorsque la soufilaire est posée, & que l'on a un point de la ligne équinoxiale, on a aussi la position de toute cette ligne: au contraire, la ligne équinoxiale étant donnée, on aura la soufilaire, qui fera la ligne perpendiculaire en angles droits à cette équinoxiale.

99. L'*aiguille* ou le *stile* d'un cadran, est ce qu'on nommait anciennement, & encore quelquefois aujourd'hui, *gnomon*.

100. Ce stile, dont l'ombre fait connaître l'heure, représente toujours l'axe du monde; ou, pour parler plus correctement, l'extrémité du *gnomon* ou stile droit, est censé représenter le centre de la terre & le centre de l'équateur. Vitruve donne à cette aiguille, qui par son ombre marque une certaine ligne, le nom de *sciatera*; c'est de là que la science de disposer un stile, une aiguille, de manière qu'elle montre les heures du jour par son ombre, s'appelle *sciatrique*, nom donné quelquefois à la gnomonique.

101. L'EXTRÉMITÉ du stile de tous les cadrans peut être prise pour le centre de la terre; & la ligne parallèle à l'axe du monde qui passe par l'extrémité de ce stile, peut être considérée comme l'axe du monde. Il y a néanmoins une observation à faire à cet égard: les stiles que l'on met aux surfaces des cadrans pour montrer l'heure, sont de deux sortes: l'un, appelé *stile droit*, consiste en une verge de fer pointue DI, fig. 6, pl. XXXI, laquelle par son extrémité, & d'un seul point d'ombre, marque l'heure présente; c'était le *gnomon* adopté par les anciens, qui appelaient *soufilaire* la ligne dans laquelle le pied du stile I se trouvait enfoncé perpendiculairement dans le mur, & dont la pointe D indiquait l'heure. C'est la représentation d'un cercle horaire perpendiculaire au plan du cadran, ou la commune section du cercle avec le cadran. Dans les cadrans équinoxiaux polaires, horizontaux & verticaux, la *ligne soufilaire* est la douzième heure, ou la ligne dans laquelle le méridien coupe le cadran; dans les cadrans orientaux

aux

taux & occidentaux, c'est la ligne de la sixième heure, dans laquelle le premier vertical coupe le plan du cadran. Aux cadrans déclinans, la ligne de six heures passe toujours par la rencontre de la ligne horizontale & de l'équinoxiale : ainsi le point de rencontre de ces deux lignes est un des points de la ligne de six heures. L'autre sorte de stile, nommé *oblique* ou *incliné*, ou *axe*, montre l'heure on partie de l'heure tout de son long ; & en cela il est bien plus commode que le stile droit.

102. La ligne qui tient le premier rang dans l'art de tracer les cadrans, & qui en est le fondement, est celle appelée *méridienne* tout simplement, ou *ligne méridienne*. C'est une partie de la commune section du plan du méridien d'un lieu, & de l'horizon de ce lieu. On appelle aussi en général *méridienne* la commune section du méridien, & d'un plan quelconque, horizontal, vertical, ou incliné.

103. On distingue deux lignes de ce nom ; savoir, la *méridienne du lieu*, ou ligne de douze heures, qui a son cercle méridien passant par la verticale du lieu, & la *méridienne propre du plan*, aussi nommée la *sousstyle*, parce que son cercle passe par la verticale du plan, qui est le centre du cadran, & qu'elle représente le méridien de l'horizon du plan ; elle passe en conséquence par le pied du stile. Le point où se rencontrent ces deux méridiennes, est le centre du cadran ; dans le cadran direct, elles font une même ligne ; dans les cadrans déclinans, on l'appelle *méridienne déclinante* ou *sousstyle*. Lorsque le cadran ne décline pas à l'orient ou à l'occident, la *sousstyle*, autrement dite *méridienne du plan*, est jointe à la méridienne du lieu, quoique la surface du cadran soit verticale, ou horizontale, ou même inclinée en-dessus ou en-dessous.

104. C'EST cette ligne qui fait connaître les quatre points cardinaux du monde, & qui sert par conséquent à rectifier la variation de la boussole : elle est d'un grand usage en astronomie, en géographie, en guomonique ; il est très-important de savoir la tracer exactement, parce qu'elle devient une espèce d'instrument, au moyen duquel on peut connaître quand le soleil passant par le méridien, & étant à sa plus grande hauteur, marque le midi ou le milieu du jour, d'où on l'appelle aussi *ligne du midi*, laquelle, dans les cadrans verticaux, est toujours perpendiculaire à l'horizon. Mais, sans entrer ici dans le détail d'aucune méthode de tracer une méridienne, nous nous contenterons d'observer que, de toutes ces méthodes, il suit que le centre du soleil est dans le plan de la méridienne, c'est-à-dire, qu'il est au midi toutes les fois que l'ombre de l'extrémité du soleil couvre la méridienne : de là l'usage de cette ligne pour régler les horloges au soleil. Ainsi la *méridienne d'un cadran* est une droite qui se détermine par l'intersection du méridien du lieu avec le plan du cadran, & qui désigne sur un

plan le cercle d'un méridien ; c'est de cette ligne du midi, que commence la division des *lignes horaires*.

Méthode facile pour tracer des cadrans verticaux à toutes sortes de positions.

105. *Des cadrans directs ou réguliers.* Au milieu d'un quarré de papier, fig. 6, pl. XXXI, tirez à volonté la ligne AB, qui sera la *méridienne* ; placez le centre d'un *quart de cercle*, fig. 1, au point A, pour y faire un angle dont l'ouverture sera égale au *complément* (a) de la latitude ou élévation du pôle de la ville qu'on habite. A Liege, par exemple, cet angle sera de $39^{\circ} 21'$ (b).

106. APRÈS qu'on aura marqué le point C, on tirera à discrétion la ligne

(a) En géométrie, on appelle *complément* d'un angle ce qui lui manque de degrés pour qu'il en ait 90 ; il en sera question plus en détail, lorsque nous en ferons aux notions générales sur les angles.

(b) M. de la Hire, *Tables astronomiques*, page 3, fixe la latitude de cette ville à 50 deg. 40 min. (*Cofinus* 39 deg. 20 min.) M. Cassini, *Tables astronomiques*, 1740, & après lui M. Maraldi, *Connaiss. des tems*, font la latitude de Liege de 50 deg. 36 min. M. Desplaces, premier volume des *Ephémérides*, la fait de 50 deg. 38 min. Le P. le Clerc, sur les observations faites à la citadelle de Liege, qui est à l'extrémité septentrionale de la ville, l'a fixée à 50 dec. 39 min. 6 sec. M. de la Lande, *Connaiss. des tems*, 1755, l'a fixée à 50 deg. 39 min. Elle est marquée par cet académicien au nombre de celles qu'il ne fixe que sur l'estime, sur le rapport des voyageurs, & sur d'autres observations moins certaines : j'inclinai en mon particulier sur la détermination de 50 deg. 39 min. 6 sec. d'après le P. le Clerc ; mon idée à cet égard ne portait sur aucun caprice de ma part. Jusqu'au 21 juillet 1773, il y a eu à Liege une maison de Jésuites Anglais, parmi lesquels j'en ai vu plusieurs qui s'adonnaient à l'astronomie ; il me semblaient naturel de présumer que le P. le Clerc n'aurait pas manqué de tirer parti de cette circonstance,

& de faire concourir à son observation, ou à sa vérification, d'habiles gens de la maison des Jésuites Anglais. En conséquence, la latitude fixée par le P. le Clerc me paraît faire digne de toute confiance. Néanmoins, dans la possibilité que le P. le Clerc n'eût pas tenu la conduite que je lui suppose, j'ai cru devoir prendre cet objet en considération ; quoiqu'il fût entièrement étranger à mes travaux, il m'était aisé de m'en occuper de la même manière que le P. le Clerc a pu le faire vis-à-vis des facilités qu'il avait de consulter les Jésuites astronomes de Liege ; la fréquentation des premiers savans en astronomie, réunis dans des assemblées régulières, la complaisance de ces savans me présentant des avantages qui sont faits pour tourner au profit de la science. M. le Monnier, que l'on fait exercer dès l'enfance dans les recherches astronomiques, ne s'est point refusé au desir que j'ai témoigné de voir terminer cette discordance sur la latitude de la ville de Liege ; c'est celle que j'adopte ici. Quoique la solution de ce problème dépende de la trigonométrie sphérique, comme cependant il est relatif à une partie de mathématiques, qui dans cet instant tient aux mines, j'ai cru pouvoir, en faveur de quelques-uns de nos lecteurs, lui donner place parmi les problèmes de géométrie souterraine, qui termineront ce premier article.

A C, qui fera l'axe ou comme l'aiguille du cadran; sur un des points de cet axe, tirez à volonté une perpendiculaire comme D E; ce sera le *rayon de l'équateur*; c'est-à-dire, que si le rayon du soleil passait à l'heure de midi le jour de l'équinoxe par le point D, il tomberait au point E; c'est pour cela que la ligne F G, qu'on tirera perpendiculairement sur A B, est nommée *équinoxiale*; c'est sur cette ligne que passeront toute les *lignes horaires*.

107. IL faut diviser cette ligne F G par le moyen d'un *demi-cercle*, tracé à volonté sur le papier, & qu'on divisera en douze parties égales ou de quinze en quinze degrés; on aura auparavant transporté avec le compas le rayon D E de l'équateur E en H; le demi-cercle étant divisé, on tirera du point H, avec la *regle*, des petites sections marquées sur la *ligne équinoxiale* à droite & à gauche; enfin sur chacune de ces sections, on tirera du centre A, les lignes horaires 11, 10, 9, &c. & le cadran direct sera tracé.

108. LORSQU'IL sera tracé sur le papier, il sera facile de l'appliquer perpendiculairement sur une des vitres de sa croisée en - dehors avec des parcelles de pain à chanter, & en - dedans on pourra le retracer sur le verre avec de l'encre dans laquelle on aura mis du sucre. Les lignes horaires & les chiffres des heures tracées sur le papier, vous étendrez ensuite légèrement avec un pinceau un peu de blanc de plomb à l'huile, & vous aurez un cadran transparent; en - dehors vous ajusterez un *axe*, *fig. 5*, avec de gros fil de laiton, que vous enfoncerez dans un barreau de la fenêtre, & que vous recouvrirez, afin qu'il semble partir du centre A du cadran marqué sur la vitre *fig. 6*, de sorte que cet axe fasse avec la vitre un angle de (41 degrés pour Paris) 39° 21' pour Liege, & qu'il soit placé directement en face de la ligne méridienne.

Des cadrans déclinans ou irréguliers.

109. POUR cette sorte de cadrans, il y a deux choses à observer: 1°. la déclinaison du plan vertical; 2°. la hauteur de l'axe par rapport au même plan.

110. LE premier article est ce qui rend la construction plus difficile que celle des cadrans horizontaux, les murs sur lesquels on trace ces cadrans, déclinant presque toujours des points cardinaux. *Décliner*, en gnomonique, se dit des lignes & surfaces qui s'éloignent des points cardinaux du monde. *Déclinaison* d'un plan vertical, en gnomonique, est le plus petit arc de l'horizon compris ou entre le plan du cadran & le premier cercle vertical, ou entre le méridien & le plan du cadran. Ainsi l'on peut en gé-

E ij

néral définir la déclinaison d'un plan vertical ou non, l'angle de ce plan avec le premier vertical ou le complément de cet angle, ce qui au fond revient au même. On dit que le mur ou la surface sur laquelle est décrit un cadran vertical, décline de tant de degrés de l'orient, du couchant, quand il s'en manque tant de degrés, qu'il ne regarde directement l'orient, le couchant, ou un des autres points cardinaux de l'horizon.

111. Si l'on imagine que le plan du premier cercle vertical se meuve autour de la ligne du zénith & du nadir, ce plan deviendra *déclinant*, & il ne sera plus coupé à angles droits par le méridien, mais par quelque autre vertical passant par d'autres points que les deux poles. En général, on peut appeller *déclinant*, tout plan vertical ou non, qui fait angle avec le premier vertical ou avec le méridien; il n'y a proprement que ces deux plans qui ne soient pas déclinans. Ainsi, pour qu'un cadran ne soit pas déclinant, il faut qu'il passe par la commune section du méridien & de l'horizon, ou du premier vertical & de l'horizon, comme des cadrans déclinans sont des cadrans verticaux dont le plan coupe obliquement le cercle du premier vertical.

112. Les auteurs de gnomonique ont donné différens moyens pour trouver la déclinaison des plans; celui qui se pratique par le *déclinateur* ou *déclinatoire*, nommé aussi *gnomon* (a), est le plus ordinaire & le plus facile; cependant il n'est pas de la dernière exactitude, à cause des variations auxquelles est sujette la déclinaison de la boussole. M. d'Alembert a donné, dans l'Encyclopédie, un moyen plus sûr, qui suppose le moins d'appareil & de calcul: dans le même ouvrage, M. Leroi en indique un très-ingénieux: celui qu'emploie le P. Cheron pour s'assurer de la déclinaison, est assez simple; nous allons le donner ici, & nous passerons ensuite à la description du cadran.

113. Il faut une boussole dont l'aiguille ait trois ou quatre pouces de longueur, afin que les degrés y soient marqués: on doit placer cette boussole sur le plancher, & au bas de la croisée où l'on veut tracer un cadran, où l'on aura tendu un cordon ou tracé une raie avec une règle d'un côté de la fenêtre à l'autre, pour voir comment la ligne du midi au nord de la boussole coupe ce cordon ou la raie qui a été tracée. Si elles se coupent à angles droits, la fenêtre est directement en face du midi; si elles se coupent obliquement, il faut regarder quel angle la ligne de midi de la boussole

(a) Instrument de géométrie, décrit sur une planche carrée de bois: c'est un demi-cercle divisé en deux fois 90 degrés, tant à droite qu'à gauche, à peu près en la manière des demi-cercles rapporteurs. On

applique sur le centre de ce demi-cercle une petite règle mouvante, sur laquelle on pose un cadran pour prendre les déclinaisons.

fait avec la raie tracée; si, par exemple, elle en est éloignée de 20 degrés, c'est une preuve que le *plan vertical* de la croisée décline à l'horizon, soit à l'occident, soit à l'orient, de 20 degrés; on prend ensuite le petit horizon artificiel ou quart de cercle, *fig. 2*, sur lequel sont marqués les degrés, afin que l'on puisse tirer des parallèles jusqu'au *plan vertical*, *fig. 1*, pour y marquer la *déclinaison* ou la *méridienne déclinante*, qu'on appelle encore la *souffilaire*; & sur le plan vertical, *fig. 1, n. XXXI*, on place à angle droit cet horizon artificiel, qu'on tient suspendu en C, par le moyen du fil D; sur le même arc de cercle on conduit le fil d'à-plomb E, de manière qu'il fasse avec le plan vertical un angle égal à l'élévation du pôle de l'endroit où l'on est. A Liege, cet angle sera de 39 degrés 21 minutes: à quelque degré que ce fil soit porté sur l'horizon, il fera toujours un angle de 39 degrés 6 minutes avec la méridienne; mais s'il s'en écarte à l'horizon, par exemple, de 20 degrés, alors il s'approchera du plan vertical, & il sera moins distant de cette place qu'il n'en était à la méridienne.

114. POUR l'avoir au juste, il faut avoir une petite *équerre*, *fig. 3*; sur l'un des côtés on appliquera un quart de cercle; cette équerre étant placée sur le plan vertical, le long du fil suspendu, on verra de combien de degrés ce fil est distant du plan vertical. Si la *déclinaison* est de 20 degrés, on trouvera, par le moyen de ladite équerre, que le fil d'à-plomb E, qui tient lieu de l'axe du cadran, n'est plus distant du plan vertical que de 39 degrés 21 minutes.

115. PAR cette opération je connais deux choses essentielles à savoir : 1°. la *déclinaison* de 20 degrés à l'horizon, marquée sur le plan vertical par une ligne ponctuée, & qui n'est plus sur ce plan que de 15 degrés; 2°. la hauteur de l'axe de 38 degrés. Ces deux choses étant connues, il est facile de tracer sur un papier, *fig. 7*, un *cadran déclinant* de 20 degrés. Je tire à volonté, comme au cadran direct, une ligne AB, qui sera la *méridienne*: je fais en A, un angle de 15 degrés, pour la *déclinaison* ou *méridienne déclinante*; au-dessus je fais encore un angle de 38 degrés pour la hauteur de l'axe; ensuite comme au cadran direct, j'élève une perpendiculaire CD sur la *souffilaire* qui sera l'*équinoxiale*. Sur elle, perpendiculairement à l'axe, je ferai descendre le *rayon de l'équateur*, que je transporterai de E en F; & du point F, je décrirai un cercle à volonté, que je diviserai en douze parties de 15 en 15 degrés, observant toutefois de mettre des sections au point G, où passe la méridienne, les autres sections ensuite pour une heure, deux heures, &c. comme dans le cadran direct. Si l'on veut retracer le cadran déclinant sur une vitre, on aura soin de marquer la souffilaire, parce que c'est en face de cette ligne que doit être placé l'axe du cadran déclinant, élevé de 38 degrés dans la *figure 5*.

116. ON concevra facilement que le côté droit d'une fenêtre tournée en plein midi regarde l'occident, que le côté gauche regarde l'orient, & que ces côtés forment avec les vitres un angle de 90 degrés. Si donc le plan des vitres est déclinant du midi de 20 degrés, les deux côtés des croisées ne seront plus déclinans du midi que de 70 degrés, au lieu de 90.

117. LE cadran déclinant peut se peindre sur une vitre comme le cadran direct. Pour ce qui est des cadrans des côtés d'une fenêtre, quand on en aura tracé pour un côté, il peut servir pour l'autre côté, en le retournant à l'envers & sens-dessus-dessous, en changeant seulement la dénomination des heures; tout comme le *cadran direct méridional* peut servir pour un *cadran septentrional*, en changeant la dénomination de 4 heures en 8, de 8 en 4, de 5 en 7, & de 7 en 5, & en dirigeant l'axe de bas en haut, au lieu de le faire descendre de haut en bas. Ainsi un cadran déclinant, par exemple, de 20 degrés, tracé sur un papier transparent, verni ou huilé, peut servir à deux fenêtres différentes, déclinantes du midi de 20 degrés, l'une à l'orient, l'autre à l'occident, & à deux fenêtres déclinantes du septentrion aussi de 20 degrés, l'une à l'orient, l'autre à l'occident, en renversant le papier de haut en bas, & sens-devant-derrrière.

Des montres.

118. LES montres se reglent (a) ou par lever & le coucher du soleil, qu'indique l'almanach, ou par les *anneaux astronomiques* (b); mais le vrai & le sûr moyen, lorsqu'on a une montre bien juste, est de savoir bien la régler; l'un & l'autre ne sont ni faciles ni ordinaires. Une montre de la meilleure construction, ou faite par le plus habile horloger, ne peut pas bien aller pendant long-tems. Comment en effet, toutes les parties d'une semblable machine qui sont en mouvement, pourraient-elles ne pas se ressentir des frottemens continuels qu'elles éprouvent, & qui sont entretenus par quatre cents mille coups de balancier en 24 heures, & ne pas s'user insensiblement? On conçoit encore tout aussi aisément l'influence que doivent nécessairement

(a) Régler une montre s'appelle simplement la mettre à l'heure du soleil. En terme d'horloger, c'est faire suivre le moyen mouvement du soleil, en sorte qu'elle n'avance ni ne retarde en plus grande quantité que les erreurs ou différences exprimées dans la table d'équation; mais cela n'est pas possible.

(b) On appelle anneau astronomique, cadran ou cercle horaire, un petit anneau

divisé en degrés, & que l'on tient suspendu par un anneau plus petit, pour prendre, à l'aide d'une petite règle appelée *alidade*, la hauteur des astres, & mesurer les lignes accessibles & inaccessibles sur la terre; ces anneaux ne doivent uniquement être employés que les matins ou les soirs, n'étant pas justes aux environs de dix heures, de midi & de deux heures du soir.

avoir sur une montre le passage auquel elle est sujette, d'un air chaud à un air froid, d'une place où elle était en repos, à une autre où elle est agitée, le changement de situation, l'action de la gelée qui altère l'élasticité de ses ressorts, qui congèle l'huile, qui augmente les frottemens dans les pivots, au lieu de les diminuer. Il est inévitable que toutes ces circonstances, qui ont lieu à chaque instant de la journée, ne rendent les meilleures montres sujettes à quelques variations. S'il est des moyens ou des attentions pour apporter quelque correctif à ces inconvéniens, on s'en embarrasse pour l'ordinaire assez médiocrement. Il n'y a pas jusqu'à la manière avantageuse de porter une montre, qui ne soit presque universellement ignorée, & aussi généralement négligée; il ne sera pas hors de propos de s'y arrêter ici, avant d'entrer en matière.

119. *De quelques attentions à prendre en portant ou posant sa montre.* La montre doit être portée dans un gousset peu profond, parce qu'en " marchant elle " est agitée à proportion qu'elle approche du genouil; il suit de là qu'une " montre serait placée parfaitement, si elle était immédiatement au-dessus de " l'articulation de la cuisse. La façon dont elle doit être dans le gousset, est " telle que le cadran soit tourné en-dehors du corps, parce que les montres " bien faites sont réglées sur le plat, & que c'est dans cette situation qu'une " montre se trouve lorsqu'elle est dans le gousset d'un homme assis. Lors- " qu'on cesse de la porter, on doit la pendre à un clou, parce que sa pesan- " teur la tient toujours dans la même direction, & qu'alors le balancier se " trouve dans la situation la plus avantageuse, tant pour la durée de la " montre que pour sa justesse.

120. " *QUOIQUEL* soit impossible qu'une montre soit conservée dans un " air de la même température, il faut faire en sorte d'en approcher autant " qu'il est possible, afin de conserver la même fluidité de l'huile; pour cette " raison, si un homme quitte sa montre pendant l'hiver, il doit la pendre " près de la cheminée, afin de lui procurer une chaleur approchante de celle " de son gousset. Une montre ne doit être ouverte, ni laissée dans un lieu " où il y ait de la poussière; il est bon de la garantir de la poudre des perru- " ques, de l'haleine. Si une montre à répétition marque une heure, & qu'elle " en répète une autre, il ne faut que tourner l'aiguille des heures, & la met- " tre sur l'heure & le quart qu'elle aura répété. Il est dangereux de tourner " les aiguilles d'une montre à répétition pendant qu'elle sonne. " Telle est l'instruction abrégée qu'a donnée sur cela un de nos plus habiles horlogers Français, feu M. Julien Leroy, horloger du roi, dans un petit écrit publié séparément en 1741. (a) Le plus essentiel de cet avis concerne la manière de

(a) Huit feuilles in-12, données en ex-
trait dans les *Eretnes chronométriques*,
ou *calendrier pour l'année 1764*, par M. Le-

roy l'ainé, horloger du roi, fils & succes-
seur de Julien Leroy. Ce petit ouvrage,
dont je conseille de se pourvoir, & quise

régler les montres. Le Dictionnaire Encyclopédique n'a traité ce sujet que pour les pendules ; les montres, qui sont des pendules communes & portatives, sont bien plus utiles.

Avis concernant les moyens de régler les montres tant simples qu'à répétition.

“ 121. Si l'on réunit ensemble toutes les causes qui produisent les variations qu'on remarque dans les montres, elles sont plus que suffisantes pour former deux démonstrations, l'une physique, & l'autre méchantique, de l'impossibilité qu'il y a d'en avoir une absolument juste ; mais comme il faut pourtant savoir à quoi s'en tenir, & quelle justesse on doit attendre des meilleures, je dis qu'en général une montre est assez bien réglée, lorsqu'elle n'avance ou ne retarde que d'une minute en 24 heures ; cependant cette variation donnerait par semaine près d'un demi-quart-d'heure d'erreur. Pour la corriger, je ne fais rien de mieux que de la remettre à l'heure une fois par semaine.

“ 122. On doit s'assujettir, autant qu'on le peut, à remonter sa montre à la même heure, & tourner la clef vite, parce qu'elle cesse d'aller en la montant. Si elle ne se trouve pas à l'heure, parce qu'elle aura retardé ou avancé, ou qu'on aura oublié de la remonter, on l'y remettra en tournant l'aiguille des minutes à droite ou à gauche, n'importe, pourvu que ce soit par le plus court chemin, jusqu'à ce que l'aiguille des heures & celle des minutes marquent l'heure & la minute qu'il est. On peut, sans hésiter, tourner à gauche les aiguilles des montres à minutes & à répétition : on peut aussi tourner à gauche celles des montres sans minutes, excepté celles des réveils & des anciennes horloges à sonnerie.

“ 123. „ LORSQU'UNE montre avance ou retarde de plusieurs minutes en 24 heures ; pour la régler, il faut faire choix d'une seule horloge ou d'une pendule dont la justesse soit connue. Rarement doit-on se régler sur celles des églises, parce qu'on les fait avancer ou retarder suivant la longueur du service. On peut d'ailleurs se servir d'un bon *cadran solaire*, préférant l'heure de midi, à cause des réfractions astronomiques. La justesse d'une horloge étant connue, il faudra mettre la montre sur l'heure qu'il y fera : si huit jours après elle a retardé, pour la faire avancer,

trouve chez l'auteur, chez les libraires *Nyon & Charpentier*, renfermé sous un titre peu imposant, & dans un format très-commode, tout ce qui peut concerner la division & la mesure du tems, ce qui regarde

les cycles, la chronologie, la description des principales parties des montres & pendules, & plusieurs méthodes aisées pour tracer des cadrans solaires.

„ il

„ il faudra tourner l'aiguille du cadran du coq, du même sens qu'on tournerait l'aiguille des minutes sur le grand cadran pour l'avancer; ensuite on la remettra à l'heure sur l'horloge. Si au contraire la montre a avancé, pour la faire retarder, il faudra tourner l'aiguille du cadran du coq en sens contraire, c'est-à-dire, comme on tournerait l'aiguille des minutes sur le grand cadran, pour la reculer. On continuera cette opération dans l'un ou l'autre cas, jusqu'à ce que la montre soit entièrement réglée.

„ 124. PLUSIEURS montres n'ont point d'aiguilles sur le petit cadran du coq, qui alors est gravé à sa circonférence; dans ce cas, c'est le petit cadran même qui tourne. Telles sont la plupart des montres à calotte, à l'ouverture de laquelle il y a une petite pointe qui sert d'index ou de point fixe, pour indiquer de combien on le fait tourner à chaque fois qu'on veut régler la montre. Mais l'opération est toujours la même, comme s'il y avait une aiguille; ainsi, pour faire avancer la montre, il n'y aura qu'à tourner le petit cadran, comme on aurait tourné l'aiguille.

„ 125. Il faut observer qu'on ne doit tourner l'aiguille ou le petit cadran du coq, que de l'épaisseur d'un liard à chaque fois que l'on veut avancer ou retarder la montre; encore faut-il tourner de moins en moins à mesure que l'erreur diminue. Suivant ce qui a été dit en commençant, la montre sera bien réglée, lorsqu'elle n'avancera ou ne retardera que d'une minute en 24 heures. On ne doit point tourner l'aiguille du cadran du coq d'une montre pour la faire avancer ou retarder, qu'on ne soit certain de son erreur; car si elle allait bien depuis trois mois, & qu'elle se trouvât déréglée de quelques minutes, à cause de quelqu'exercice violent qu'on aurait fait, comme d'avoir joué à la paume, d'avoir couru la poste, &c. il suffira de la remettre à l'heure par les aiguilles du grand cadran; la raison de cela est, qu'une montre ne peut aller juste lorsqu'elle est fort agitée. On pourrait employer un cadran à boussole pour régler une montre; nous allons aussi faire usage de l'écrit de feu M. Leroy, l'horloger, pour faire connaître ce moyen.

„ 126. *Manière de régler une montre en se servant d'un cadran à boussole ou boussole horaire (a).* Il faut tracer une ligne méridienne sur un plan horizontal, afin de pouvoir orienter le cadran. Le mouvement journalier du soleil paraît tantôt plus vite & tantôt plus lent; cette inégalité peut devenir sensible, en certains mois de l'année, par rapport à une montre très-bien réglée & mise à l'heure sur le soleil: afin qu'on n'attribue pas à la sienne l'inégalité du soleil, j'ai dressé la table suivante, dans laquelle sont marqués les mois où l'équation du soleil est au moins de six minutes;

(a) Petite boussole portable, communément appelée *baradel*, du nom d'un faiseur d'instruments de mathématiques, qui en débitait beaucoup il y a vingt ans.

Tome XVII.

F

„ je n'ai point marqué les autres , à cause qu'une moindre inégalité dans cet
 „ autre se doit compter pour zéro , par rapport à la justesse qu'on doit atten-
 „ dre d'une montre (a).

En décembre, le soleil retarde depuis le 1 jusqu'au 31, de 14 minutes.

Janvier, . . . retarde depuis le 1 jusqu'au 31, de 10.

Mars, . . . avance depuis le 1 jusqu'au 30, de 9.

Avril, . . . avance depuis le 1 jusqu'au 30, de 7 minutes.

Juin, . . . retarde depuis le 1 jusqu'au 30, de 6.

Août, . . . avance depuis le 1 jusqu'au 31, de 6.

Septembre, . . . avance depuis le 1 jusqu'au 30, de 10.

„ 127. *Usage de la table. Premier exemple.* ON a mis sa montre à l'heure
 „ au soleil le premier décembre. Le 31, le soleil ayant retardé de 14 mi-
 „ nutes, la montre paraîtra avoir avancé de la même quantité de minutes;
 „ il suffira de la remettre avec le soleil, puisqu'elle n'a fait que ce qu'elle
 „ devait faire.

„ 128. *Second exemple.* ON a mis sa montre à l'heure du soleil le premier
 „ avril; & le 30 le soleil ayant avancé de 7 minutes, la montre paraît avoir
 „ retardé d'autant; il suffit de la remettre avec le soleil, puisqu'elle n'a fait
 „ que ce qu'elle devait faire. Ces deux exemples peuvent servir pour les
 „ autres mois.

„ 129. *Remarque première.* IL a été dit ci-devant, qu'en général une
 „ montre est bien réglée lorsqu'elle n'avance ou retarde que d'une minute
 „ en 24 heures; & cela pour fixer un terme de justesse, qui est le meilleur
 „ en général. Cependant il serait fort difficile d'en faire aller une médiocre
 „ de même, & l'on pourrait avec raison se contenter, si son erreur n'excé-
 „ dait pas deux ou trois minutes. Ce n'est pas la même chose pour une
 „ bonne, sur-tout lorsqu'il y a peu de tems qu'elle a été nettoyée; car en
 „ ce cas, elle pourrait aller à $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$ de minute près par jour pendant l'été;
 „ mais en hiver, il faudrait lui passer la minute, & peut-être plus, dans
 „ les fortes gelées, à cause qu'on s'approche quelquefois fort près d'un
 „ grand feu, dont l'action l'échauffe nécessairement, soit qu'elle soit dans
 „ le gousset ou à la ceinture; alors si on vient à la quitter, & qu'on l'ac-
 „ croche dans un lieu exposé au froid, il est comme impossible que son
 „ mouvement ne soit un peu changé par ces deux états qui sont diamé-
 „ tralement opposés.

(a) Quoique cette table soit ancienne, elle ne peut différer de celle qui serait vraie dans chaque année que de quelques secondes, auxquelles, pour le cas dont il s'agit, il serait ridicule de faire attention;

en consultant une suite de connaissances des tems, où ces tables sont pour chaque année, on peut s'assurer de l'observation que l'on fait ici; & la table donnée qui suit, est bonne pour tous les lieux possibles.

„ 130. *Remarque seconde.* CEUX qui conduisent les horloges publiques, les remettent avec le soleil à leur volonté, les uns tous les dix ou douze jours, les autres de quinze en quinze, ou du moins de mois en mois. Cette méthode de remettre les horloges avec le soleil en différens jours, cause une partie de l'intervalle qu'on remarque ordinairement entre la même heure qu'elles sonnent; l'exemple suivant prouvera clairement ce qui vient d'être dit.

„ 131. SOIENT deux horloges dans un même endroit, l'une d'une paroisse, & l'autre d'un couvent. Si celui qui a soin de l'horloge de la paroisse la met avec le soleil le premier décembre, & si celui qui a soin de celle du couvent ne la met que le 15 du même mois, il est sûr que l'horloge de la paroisse sonnera l'heure le 15, 7 minutes avant celle du couvent, parce que le soleil se trouvera avoir retardé de 7 minutes le 15; mais si l'on y remet le lendemain l'horloge de la paroisse, ces deux horloges qui sonnaient la même heure le 15, 7 minutes l'une après l'autre, se trouveront le 16 sonner ensemble. De là on peut tirer ces deux conséquences; la première, que si une montre a suivi une horloge publique plusieurs jours de suite, & qu'après elle se trouve différer de quelques minutes, il faut considérer si l'horloge qu'elle a suivie n'a point été remise avec le soleil. La seconde, que puisqu'on remet les horloges avec cet astre deux ou trois fois par mois, il est bon aussi d'y remettre les montres.

De l'application des mathématiques aux travaux des mines.

132. DE ce qui a été annoncé sur l'importance d'être instruit de la manière dont se comportent les veines de charbon, il résulte, sans qu'il soit nécessaire de réfléchir beaucoup, que la pratique de l'exploitation est, dans une infinité de circonstances, appuyée sur la connaissance des dimensions; il s'ensuit encore que les recherches de différente espèce qui tendent à cet objet, sont matières de géométrie, en tant que cette science traite de l'étendue & de ses différens rapports. L'utilité directe de cette science dans la spéculation ou dans la pratique des travaux souterrains, afin de s'assurer de la marche que l'on doit suivre, paraît plus sensiblement évidente pour les travaux de mines métalliques. Il semble, comme nous l'avons dit quelque part, qu'il n'en est pas de même pour les travaux des houilleurs: dans les opérations relatives à ces mines ou carrières, la géométrie souterraine n'est qu'une application de la trigonométrie à un petit nombre de cas particuliers. Quelque simples que soient les procédés de cette partie de la géométrie au moyen d'une méthode quelconque, les houilleurs n'en ont

pas la moindre idée; ils ne connaissent que l'usage de leurs instrumens : on a vu que , par ce moyen unique, ils parviennent à résoudre mécaniquement les problèmes de la trigonométrie rectiligne. Ce point de fait porte avec lui l'exclusion d'une sorte de complication de ce qui tient aux sciences. Mais en même tems qu'il s'ensuit que l'on peut rigoureusement s'en tenir à cette façon grossière de se conduire dans la pratique générale de l'exploitation, il est hors de doute que l'art des houilleurs ne puisse emprunter des secours réels de la géométrie souterraine; ses règles donnent l'intelligence des choses qui sont hors de la portée des idées; on y trouve des expédiens certains pour faciliter ou pour abrégér des manœuvres. De parçils avantages , quelqu'indifférens qu'ils paraissent à des ouvriers auxquels la commodité, la simplicité & l'expérience de la méthode instrumentale suffisent, ne peuvent cependant pas être comptés pour rien.

133. L'OUVRIER intelligent, dispensé de toute théorie, & muni de ses instrumens, peut rester en tout fidele à sa routine. Nous ne prétendons pas exiger que le houilleur devienne géometre ni physicien. Quant aux préposés de mines, ou ceux qui sont chargés de la conduite de ces entreprises, ou les intéressés qui sont à portée de les suivre, il ne leur sera pas, à beaucoup près, inutile d'être instruits dans les mathématiques; les mauvais succès de quantité d'exploitations, le peu de progrès fait en France dans ces sortes de travaux, doivent sans difficulté être principalement rejetés sur les directeurs de mines, qui ne se sont pas doutés de l'importance d'une science sur laquelle néanmoins est fondé l'art de l'exploitation. Cette réflexion, sur laquelle nous croyons devoir insister en passant, laisse à désirer un traité de mathématiques, adapté à la géométrie souterraine, dans lequel se trouveraient les opérations mathématiques particulieres aux travaux des mines, rangées dans un ordre qui fût propre au sujet, & séparées d'avec celles qui n'y ont pas de rapport. Les personnes qui voudraient suivre notre invitation, seraient par-là exemptes de tout embarras pour le choix qu'elles doivent faire, non-seulement des livres, mais de ce qu'ils contiennent & qui est du ressort des mines.

134. C'EST ainsi que M. Ozanam a traité les parties des mathématiques les plus utiles & les plus nécessaires à un homme de guerre, que l'illustre M. de la Hyre a publié l'Ecole des arpenteurs, où sont enseignées toutes les pratiques de géométrie nécessaires à un arpenteur. Quelques savans de nos jours ont traité sur ce plan les mathématiques relativement à plusieurs sciences qui en dépendent. Les ouvrages de M. le Camus, de MM. Bouguer, le Monnier, Bézout, adoptés ou sollicités par le gouvernement, justement estimés du public, ne contribueront pas peu à augmenter dans la nation

Française le nombre des grands ingénieurs, des habiles capitaines, des bons pilotes, &c. Mais aucun Français n'a traité la trigonométrie dans ce qui a rapport aux opérations des mines; la plupart des ouvrages qui existent sur cette matière sont en langue allemande; ils sont peu nombreux & rares.

135. Les principaux auteurs qui en ont écrit, sont Erasme Reinhold, médecin à Sualfeld en Thuringe (a), fils du célèbre Erasme Reinhold, mathématicien (b) à Wittemberg (auteur des Tables pruteniques, autrement dites de Copernic), Jean Hartmann, Raigel, Sturm, Jugel, Beyer médecin à Francfort, Oppel directeur général des mines de Freyberg, Nicolas Voigtel, receveur des deniers à Eisleb (c), publièrent un traité de géométrie souterraine, qui passe pour être supérieur à celui de Reinhold, mais que l'on prétend être très-confus & difficile à entendre. Celui de M. Weidler, publié en 1725, est le seul que j'ai été à même de connaître: plusieurs points de l'ouvrage de Voigtel y sont commentés; il renferme tout ce qui tient à cette matière, comme on le verra par la traduction, dont je projette de faire jouir le public (d). Il est cependant à propos de faire observer qu'il suppose dans le lecteur les connaissances fondamentales de géométrie & de trigonométrie, ainsi que les notions, les définitions les plus générales sur la nature du langage ou des choses, dont dépendent immédiatement les propositions, soit problèmes, soit théorèmes, qui y sont exposés, ou de tous autres qui pourraient être établis dans une suite continue. Il sera en conséquence indispensable, pour avoir la clef du traité de Weidler, de se procurer quelque ouvrage élémentaire de mathématiques, tels que ceux de M. Rivard (e), M. l'abbé de la Caille (f).

136. Au moyen de ces secours, qu'il suffit d'indiquer aux ingénieurs houleux jaloux de se rendre habiles, il nous devient tout-à-fait inutile de parler mathématiques & trigonométrie; toute la partie pratique de la

(a) Instruction abrégée & fondamentale sur l'art de mesurer les mines. Erford, 1754, avec une géométrie pratique.

(b) Autrefois le nom de mathématicien était commun à ceux qui s'adonnaient à l'astrologie judiciaire, & à ceux qui observent le cours des astres: voilà pourquoi Reinhold est qualifié astronome par plusieurs auteurs.

(c) Art de mesurer les mines, 1686, réimprimé en 1713, en vingt-quatre chapitres, à Eisleb. Cet ouvrage est presque inconnu; il n'est pas cité par Moréri.

(d) Les figures qui se rapportent aux problèmes résolus dans Weidler, sont parties des planches de l'Encyclopédie, vol. VI. Les différentes propositions auxquelles ces

figures servent de démonstration, se trouvent seulement annoncées dans cet ouvrage, tome VII, au mot *Géométrie souterraine*.

(e) Elémens de géométrie, avec un abrégé d'arithmétique & d'algèbre, par M. Rivard, professeur de philosophie en l'université de Paris, chez Desaint & Saillant, in-4°, 1739. Ces élémens se trouvent succinctement dans un autre traité dicté en l'université, par feu M. le Monnier, & publié depuis chez Saillant, 1773.

(f) Leçons élémentaires de mathématiques, ou élémens d'algèbre & de géométrie, par M. l'abbé de la Caille, chez la veuve Desaint.

géométrie souterraine est renfermée dans un petit nombre de problèmes, leur solution tient à ces premiers principes; les développer ici, ce serait se charger d'une tâche qui n'est point de notre compétence, & qui est entièrement du ressort des géomètres. Il se présente cependant naturellement à l'idée une réflexion: l'ouvrage de Weidler, que nous annonçons, ne doit paraître qu'à la suite d'une autre traduction; on ne peut savoir quand cette dernière sera faite; peut-être serons-nous assez heureux, en attendant que ces deux ouvrages soient publics, pour inspirer à quelques ingénieurs houilleurs la curiosité d'acquérir les connaissances dont nous sommes tenus uniquement de leur faire sentir la nécessité. Cette considération nous a autorisés à croire qu'il nous serait permis de mettre sur les voies ceux qui se sentiraient cette disposition, & de suppléer en quelque chose au retard de l'impression d'un ouvrage que je leur fais désirer. Dans cette vue, je terminerai ce premier article en présentant l'énoncé de ces différens problèmes, je les éclaircirai en donnant sommairement pour chacun les moyens les plus simples de les résoudre.

137. CET abrégé de géométrie pratique à l'usage des ingénieurs houilleurs, mérite un accueil d'autant plus favorable, qu'il est entièrement le produit de la complaisance du même académicien que j'ai eu occasion de citer pour la latitude de la ville de Liege (a). Mais nous avons cru devoir le faire précéder d'une notice succincte de quelques instrumens particuliers dont nous avons parlé, comme pouvant être ajoutés à ceux auxquels la pratique ordinaire des ouvriers est restreinte, & dont l'usage est d'ailleurs très-avantageux pour abréger les calculs relatifs à la solution de plusieurs questions. Cette notice sera éclaircie préliminairement par des généralités sur les mesures mathématiques.

138. *Des mesures mathématiques.* On peut & on doit se représenter, soit les veines de charbon, soit les boyaux ou galeries qui résultent des tailles faites dans la masse de ces veines, comme un composé de lignes, ou comme formant des lignes dont on cherche à connaître l'étendue, la direction.

(a) On jugera sans peine que pour différentes matières qui tiennent à celle que je traite, je n'ai eu rien à puiser de mon propre fonds, & que je n'ai eu rien de mieux à faire que d'emprunter les lumières de différens genres. Je dois avertir qu'il en est de même pour l'explication des différens termes de physique & de mathématiques qui se trouvent employés dans mes descriptions, ou que j'ai portés à la table des matières: j'ai pensé qu'il pouvait être avanta-

geux pour plusieurs de mes lecteurs, d'éclaircir tout ce qui était capable de les arrêter: il n'est presque aucun de ces termes, dont je n'aie cherché à faciliter l'intelligence. Le Dictionnaire Encyclopédique, le Dictionnaire d'Ozanam, celui de M. Savarien, m'ont servi à cet égard à enrichir mon ouvrage; on pourra par-là se dispenser ou de se les procurer, ce qui n'est pas toujours facile, ou de l'embarras de les consulter.

En géométrie, les lignes se mesurent par d'autres lignes plus petites, qu'on appelle *mesures courantes*, lesquelles sont proportionnées aux lignes qu'elles mesurent. Ces mesures, pour les longueurs & les distances, vont être décrites. Le *cercle* sert aussi de mesure en géométrie, parce que sa circonférence est uniforme & qu'il est semblable à un autre dans toutes ses parties. En conséquence il est diversement adapté à plusieurs instrumens employés pour mesurer les angles d'un triangle rectiligne. Les avantages de cette mesure sont bien d'une autre importance dans la pratique de géométrie souterraine; nous la ferons connaître plus particulièrement, en commençant la description des instrumens auxquels elle est relative.

139. *Des mesures courantes employées à la mensuration des mines.* La perche des arpenteurs de mines est un perche courte, nommée par les Allemands *lachter*, parce qu'elle est presque égale à la ligne ou longueur comprise entre les deux bras étendus, & que l'on nomme *brasse*. La *toise* des mines métalliques, nommée par les Allemands *klafter*, est de six pieds cinq pouces de France. L'aune (a) *ulna*, *orgyia*, est divisée en huit parties, comme autant de pieds, ou d'espèces de fractions. La huitième partie comprend une dizaine de doigts; ainsi l'aune comprend 80 doigts. Le doigt est partagé de nouveau en dix *lignes*, qui dans cette division s'appellent *scrupules*, *minutes*; d'où l'aune des mesureurs de mines a 800 lignes en tout: la longueur de cette partie varie selon les pays. Les arpenteurs de mines, en divisant ainsi l'aune, la perche, le doigt, indiquent les minutes ou *primes*, comme cela se fait dans les tables astronomiques, par un accent aigu', les secondes par deux'', les tierces par trois''', les quatries & les quintes s'expriment aussi par les chiffres appellés *chiffres romains* IV, V, ou *chiffres de finances*, qui se marquent par les lettres majuscules de l'alphabet.

140. C'EST de cette maniere qu'aujourd'hui l'on est dans l'usage de marquer dans la géométrie pratique les perches ou leurs parties par un cercle o, qui indique toujours un degré, & les minutes par des espèces de virgules, auxquelles le nom de *lignes*, usité dans la géométrie pratique, semble mieux convenir, si ce n'est pour distinguer les minutes ou secondes, des lignes, des pouces, &c. Nous nous bornons à ce détail sur les mesures en général; lorsque nous en ferons à la pratique de la mensuration, nous ferons connaître les attentions qu'exigent les différentes mesures.

141. *Echaine, plus communément appellée chaîne, arvipendium.* La mesure la plus grande, & qui est de plus d'usage dans les opérations de mines, c'est la *chaîne*. Les ouvriers n'emploient que la chaîne & la boussole, pour déter-

(a) Evaluée dans les mines d'Allemagne à deux pieds, quoiqu'il s'en faille de plus de quatre pouces que cette aune ne fasse deux pieds de France: il ne faut pas la confondre avec celle de Paris, qui est de quarante-quatre pouces.

miner deux points à égale distance du centre de la terre , ou connaître de combien un point est plus élevé qu'un autre. (a)

142. La chaîne est composée , comme il a été dit , de plusieurs pièces , tantôt de fer , tantôt de laiton , recourbées par les deux bouts. Chacun de ces pièces , nommées *chainons* , a un pied de long , y compris les petits anneaux ou bouclettes qui les joignent ensemble , afin de rendre les chainons flexibles. Les chaînes se font ordinairement de la longueur de la perche de l'endroit où l'on veut s'en servir , ou bien de plusieurs toises de long , selon les stations à mesurer , distinguées quelquefois les unes des autres par un plus grand anneau de forme elliptique. Chaque partie égale de la chaîne , de dix en dix , s'appelle *décimale*. L'avantage qu'ont ces sortes de chaînes de ne se point mêler comme celles qui sont faites de petites mailles de fer , les rend très-commodes.

143. A la chaîne on substitue quelquefois , ou par économie , ou par quelque autre raison , une simple corde. Il est certain que cette façon est susceptible d'erreurs , à cause de l'humidité dont il est bien difficile de garantir entièrement une corde. Schwenterus , dans sa Géométrie pratique , rapporte qu'il a vu une corde de 16 pieds de long réduite en une heure de tems à 15 pieds , uniquement par la chute d'une gelée blanche. Ceux qui voudroient absolument donner à la corde la préférence sur la chaîne , ne seront point fâchés de connaître un moyen d'obvier à cet inconvénient. Wolf conseille pour cela de tortiller en sens contraire les petits cordons dont la corde est composée , de tremper ensuite la corde dans de l'huile bouillante , & de la faire passer , quand elle sera sèche , à travers de la cire fondue pour bien l'en imbiber. Cet auteur assure qu'au moyen de cette précaution , la corde ne se ralongera ni ne s'accourcira point du tout , quand même elle resterait vingt-quatre heures dans l'eau.

Des instrumens qui peuvent composer l'appareil mathématique d'un ingénieur houilleur.

144. C'EST à ces instrumens , proprement dits instrumens de mathématiques , que se rapporte spécialement la seconde espece de mesures dont on fait usage pour les grandes opérations de mines , telles que l'astrolabe & le niveau , les équerres ou pommes d'arpenteur , les cercles divisés , boussoles , &c. La plupart de ces instrumens sont composés d'un cercle ou d'une portion de cercle , ou bien cette figure est projetée en totalité ou en partie sur quelques-uns. Avant d'en venir à la description qui va suivre ,

(a) Il est à propos de savoir , au sujet de la ligne de niveau , qu'une ligne est dite de niveau , lorsque tous ses points sont à égale distance du centre de la terre.

it

il ne sera pas inutile de nous arrêter aux circonstances générales, qui tiennent à la connaissance de l'usage pratique de ces moyens.

145. LE limbe d'un cercle, ou d'un demi-cercle, ou d'un quart de cercle, peut être distingué particulièrement en deux circonférences, l'une intérieure, l'autre extérieure, éloignées l'une de l'autre d'environ 6 ou 8 lignes, & sur lesquelles on marque des divisions, sans parler des autres circonférences concentriques pour les subdivisions de chaque degré en minutes, pour les grandes circonférences. La fig. 1, pl. XXXI, donne une idée de la manière dont on trace sur ce limbe autant de circonférences concentriques qu'il en faut pour subdiviser chaque degré en autant de parties égales qu'il est possible de le faire sans confusion.

146. LA division qui se trace sur les instrumens de mathématiques, est exprimée par le terme *degré*. En se rappelant ce que nous avons dit de la division de la circonférence du cercle en degrés, on voit que, par cette expression, il ne faut pas entendre une grandeur absolue, mais seulement la trois cent soixantième partie de quelque circonférence que ce soit, grande ou petite: ainsi la plus petite circonférence a autant de degrés que la plus grande, mais elle les a plus petits à proportion; de même que chaque grandeur, telle qu'elle soit, grande ou petite, a deux moitiés proportionnées à leur tout. Ces divisions & subdivisions de degrés sur un demi-cercle ou autre instrument de cette forme, sont disposées bien juste, & distinctement marquées sur le *limbe* ou bord de toute portion de cercle que l'on veut diviser en minutes.

147. DANS un limbe ou bord extérieur gradué, c'est-à-dire, divisé par degrés, le point par lequel passe une ligne perpendiculaire à l'horizon, & qui passe par le centre ou sa parallèle, se nomme *ligne à-plomb* (a). Et on appelle *ligne fiducielle* ou *ligne de foi* (b), une ligne droite qui passe par le centre d'un instrument circulaire ou demi-circulaire, & sur laquelle sont placées les pinnules, de manière qu'elle divise les pinnules de l'alidade en deux également. Lorsque c'est une règle, comme dans l'astrolabe, cette ligne fiducielle se nomme plus particulièrement *alidade*. Dans la boussole, ce qu'on appelle *ligne fiducielle*, est le diamètre de cet instrument, indiqué par un fil tendu, ou par des pinnules.

(a) D'où on appelle aussi *ligne à-plomb* la ligne droite formée par la corde ou par le fil à-plomb, qui, par sa pesanteur, tend toujours vers le centre de la terre, & dont on se sert dans les instrumens de mathématiques, pour les placer horizontalement ou verticalement.

(b) En grec & en latin *dioptra*, qui se dit de toute espèce d'instrumens pour regarder, & généralement de tous ceux où il y a des pinnules, comme l'astrolabe, &c. Plin donne ce nom en particulier au quart de cercle.

148. NIVEAU. *Chorobatte* (a), *Wasser-Waage*, *Grad bogen*, *Libella*. L'INSTRUMENT qui sert à la mesure, & qui se nomme *niveau*, est composé d'un demi-cercle, divisé par *degrés* & *demi-degrés*, quelquefois en *quarts de degré*; son diamètre est à peu près de six doigts, & du centre de l'instrument pend un *a-plomb* par le moyen d'une corde. Les anneaux qui servent à l'accrocher sont tournés du côté opposé à celui sur lequel sont gravées les divisions. Il est indifférent que ces anneaux soient tous deux, ou d'un même côté, ou réciproquement l'un d'un côté, l'autre d'un autre : cette dernière situation convient mieux à la boussole suspendue. Cet instrument est d'une construction très-facile; l'exactitude dans la division des degrés, la légèreté dans la machine, pour ne point trop charger ni couder la corde, le cuivre le mieux battu, afin de donner plus d'élasticité aux anneaux, qui par-là embrassent, sans céder, la petite corde qu'ils entourent, sont les points les plus essentiels de cette construction. Cet instrument sert à *niveller*, c'est-à-dire, à tirer des lignes horizontales sur la terre, pour connaître la hauteur d'un lieu de la terre à l'égard d'un autre, c'est-à-dire, pour savoir lequel des deux endroits est le plus éloigné du centre de la terre, ce qui s'appelle *nivellement*.

149. *Fausse équerre*, *réciangle*, *mesure-angle*. IL est composé de deux regles ou branches parfaitement égales en longueur : il faut que les côtés intérieurs de chaque regle soient bien parallèles aux côtés extérieurs; leur largeur est d'environ un pouce, & leur longueur d'un pied ou davantage. Ces deux regles sont arrondies par la tête également, & attachées l'une sur l'autre par le moyen d'un clou à tête artistement tourné, de sorte que l'instrument se puisse ouvrir & fermer facilement. Lorsqu'on a pris l'ouverture d'un angle, on met le centre d'un *rapporteur* à l'endroit où les deux regles se joignent, & les degrés du bord marquent l'ouverture de l'angle; ou bien on trace sur le papier l'ouverture que font les regles du *réciangle*, & puis on la mesure avec le *rapporteur*. Le *réciangle* dont il est question ici, & qui se distingue des autres par le nom de *fausse-équerre*, ne diffère des autres qu'en ce qu'il a à chaque extrémité une pointe d'acier, afin qu'il puisse servir de compas.

150. *Pomme en forme d'équerre d'arpenteur*. CET instrument, auquel on donne différentes formes, tantôt d'un prisme à huit pans, tantôt d'une croix horizontale portant une pinnule à l'extrémité de chaque branche, est appelée *pomme en forme d'équerre d'arpenteur*, parce qu'il a quelquefois la forme d'une pomme. Sous cet instrument & au milieu, il y a une douille qui sert

(a) Les instruments qui ne se trouveront point ici éclaircis ni expliqués par des figures, le seront dans la traduction de la Géo-

métrie souterraine de Weidler, à laquelle nous les avons ajoutés.

à le faire tourner sur le pivot d'un pied ordinaire à trois branches. Il est avantageux que l'instrument puisse tourner sur la douille fixée au pied d'un mouvement horizontal, doux, égal, & à frottement autour d'un axe vertical. Ordinairement la douille est fixée à l'instrument; on est alors obligé de tourner tout ensemble, & même le pied, ce qui est incommode dans la pratique. Quelquefois le pied n'est qu'un simple bâton pointu & ferré par en-bas: il vaut mieux que ce soit un pied à trois branches, que les branches soient longues, & que la tige, terminée en pivot pour entrer dans la douille, soit courte; il faut que le pivot soit ajusté de façon qu'il emplisse exactement la douille au fond aussi bien qu'à l'entrée. Ce qu'il y a d'essentiel à cette équerre, c'est d'avoir quatre fentes verticales opposées diamétralement deux à deux, & disposées de façon que les rayons visuels qui passent par les fentes opposées, se coupent à angles droits. Cet instrument sert à tracer sur le terrain une ligne qui fasse avec une autre ligne des angles droits.

151. *Rapporteur; transportatorium circulare.* PETIT demi-cercle assez mince & très-poli, fait ordinairement de laiton, & quelquefois de corne, dont la circonférence est divisée exactement en ses 180 degrés. Avec le rapporteur on détermine la grandeur d'un angle. Il sert aussi pour faire des angles semblables à ceux trouvés avec le niveau, ou connus d'une autre manière. Les angles rectilignes se mesurent sur le papier avec le rapporteur.

152. *Graphometre, demi-cercle; hemi-cyclium.* CET instrument, soutenu sur un pied par le moyen d'un genou, (a) est composé d'un grand demi-cercle d'environ 12 pouces de diamètre, lequel, outre ses degrés, a encore ses minutes placées ordinairement de six en six, quand il est un peu grand, comme dans le quart de cercle & autres. Il est muni d'une alidade mobile autour de son centre; le tout de cuivre jaune bien poli. L'alidade porte deux *pinnules* immobiles, percées vis-à-vis de la *ligne de foi*, répondante en ligne droite au centre du demi-cercle. Chaque pinnule est percée dans le milieu, d'une fente qui regne de haut en bas.

153. QUAND on prend des distances, ou que l'on mesure des angles sur le terrain, ou que l'on fait toute autre observation, c'est par ces fentes, qui sont dans un même plan avec la ligne de foi tracée sur l'alidade, que passent les rayons visuels qui viennent des objets à l'œil; les pinnules en conséquence servent à mettre l'alidade dans la direction de l'objet qu'on se propose d'observer, & les fentes servent à en faire discerner quelques parties d'une manière bien déterminée. Il y a quelquefois dans ces fentes, au milieu,

(a) On appelle *genou*, en mathématiques, la partie supérieure du pied d'un instrument, sur laquelle l'instrument même repose. Elle est composée d'un globe de

cuivre, renfermé dans deux demi-globes évuidés; & ce globe est mobile en tous sens, soit verticalement, soit horizontalement.

G ij

un cheveu ou deux ; ou dans les instrumens pour lesquels il n'est pas besoin d'une exactitude bien rigoureuse, un filet de la même matiere que les pinnules.

154. LE demi-cercle ou graphometre est l'instrument le plus commode pour mesurer une ligne, une hauteur, soit inaccessible, soit accessible, au moins quand on veut mesurer une ligne par la trigonométrie. Il sert aussi pour mesurer sur la terre les angles rectilignes. Dans toutes les opérations de la géométrie pratique, où cette mesure est nécessaire, on a besoin de cet instrument, ce qui en rend l'usage extrêmement étendu. On rend le graphometre plus utile, en attachant au milieu une boussole, afin de mesurer un angle sur la terre & lever un plan (a) ; mais le principal usage de cette boussole, est d'orienter un plan, c'est-à-dire, de marquer la situation d'un plan sur la terre, à l'égard des quatre parties cardinales du monde.

ASTROLABE, *astrolabium*, *cosmolabium* ; *astrolapsus* ; *susensorium* ; *armilla susensoria* ; *planispherium* ; Arabibus *walzagora* ; Latin. *athlantica*, *alphanthia*, *albanthica*.

155. PARMI les instrumens qui pourraient être employés dans quelques opérations de géométrie souterraine, nous avons nommé l'*astrolabe*. Cet instrument, d'une construction fort composée, a l'avantage d'éviter le calcul ; mais il n'est plus d'usage en astronomie depuis l'invention des logarithmes, & est tout-à-fait inconnu des ouvriers de mines. On en rencontre même rarement aujourd'hui ; nous nous bornerons par cette raison à en donner une idée très-générale en faveur des personnes à qui il pourrait en tomber entre les mains. Ceux qui auraient la curiosité de le connaître plus amplement, peuvent consulter quelques ouvrages qui en ont traité *ex professo*, & dont quelques-uns se trouvent dans d'anciennes bibliothèques (b).

(a) Lever un plan, c'est décrire sur le papier un plan semblable à celui qui est sur la terre.

(b) *Astrolabii declaratio, ejusdemque usus mire jucundus, non modo astrologis, medicis, geographicis, cæterisque litterarum cultoribus multum utilis ac necessarius, verum etiam mechanicis quibusdam opificibus non parum commodus. A Jacobo Koebelio facilioribus formulis nuper aucta, longeque emendatior edita. Patibis, 1552,*

in-12. De usu astrolabii compendium schematicis commodissimis illustratum, ac mendis quamplurimis repurgatum, auctore Joanne Martino Poblacion. Cui accessit Procli Diadochi fabrica ususque astrolabii, Georgio Valla Placentino interprete ; præterea Gregoræ Nicephori astrolabius, eodem interprete. Paris. 1554, in-12. Elucidatio fabricæ ususque astrolabii, Joanne Stojerino Justingenji auctore : cui perbrevis ejusdem astrolabii declaratio à Jacobo

156. L'ASTROLABE est plat, en forme de planisphère ou d'une sphère décrite sur un plan armé d'une *alidade* mobile à son centre, garnie de deux *pinnules*. Sur ce plateau de cuivre, on grave une projection *stéréographique* (a), où l'œil est placé au centre de la projection.

157. L'ASTROLABE représente les principaux cercles de la sphère céleste, sur le plan d'un de ses plus grands cercles, tel qu'est l'horizon & le méridien, de la même manière qu'ils paraîtraient à l'œil élevé au-dessus de la sphère jusqu'à une hauteur à pouvoir découvrir tout l'hémisphère. Selon qu'on prend ce lieu ou ce point de l'œil, l'astrolabe porte les noms différens d'*astrolabe particulier* ou d'*astrolabe universel*. C'est ainsi que l'on observait les astres, que l'on en prenait la hauteur : cet instrument serait particulièrement d'usage pour le problème, *ligne qu'il faut mesurer à travers des plans inclinés*.

158. LE COSMOLABE, nommé aussi *pantocosme* ou *instrument universel* (b), & qui sert à prendre les mesures du monde, tant du ciel que de la terre, est presque la même chose que l'astrolabe, si ce n'est qu'il est bien moins compliqué, & qu'il consiste en un cadre rectangulaire. Feu M. Ozanam, de l'académie des sciences, en a donné la description & l'usage, qui se trouve imprimée à la suite du compas de proportion : le *quartier de réduction*, dont nous parlerons, peut être regardé comme une invention plus simplifiée que l'astrolabe.

159. Du compas de proportion, & de celui appelé *secteur anglais*. LE COMPAS DE PROPORTION est ainsi nommé, parce qu'il sert à connaître les proportions entre les quantités de même espèce, comme entre une ligne & une autre ligne, entre une surface & une autre surface, entre un solide & un autre solide, &c. Feu M. Ozanam, de l'académie des sciences, a décrit en particulier cet instrument (c) ; la description s'en trouve aussi dans plusieurs excellens ouvrages (d) ; nous donnerons celle qui est dans l'*Ency-*

Koebelio adjecta est. Paris, 1585, in-12.

Traduction de Stöffer, Paris, 1560, in-12, par G. des Bordes ; avec des notes, par Jean-Pierre de Mesmes. *L'usage de l'astrolabe, avec un petit traité de la sphère*, par Dominique Jacquinot, Champenois ; plus, une *amplification de l'astrolabe*, par Jacques Balfentin, Ecoffais. Paris, 1598, in-12.

(a) *Stéréographie* est l'art de tracer les figures des solides sur un plan.

(b) Dans un ouvrage sur le cosmolabe, par Léon Mongard, mathématicien à Paris, 1612, & dans celui de M. Jacques Besson, professeur de mathématiques à Orléans ;

Paris, 1567.

(c) Usage du compas de proportion, & de l'instrument universel pour rendre promptement & très-exactement les problèmes de la géométrie pratique, tant sur le papier que sur le terrain, sans aucun calcul ; avec un traité de la division des champs. Deuxième édition in 12, Paris, 1746.

(d) Le Traité de la construction & des principaux usages des instrumens mathématiques par Bion ; le Dictionnaire de mathématiques par Saverien ; le Dictionnaire Encyclopédique.

alopédie. Il est extrêmement commode pour résoudre promptement & facilement quantité de problèmes utiles dans toutes les parties des mathématiques, & principalement dans la géométrie pratique, tant sur le papier que sur le terrain.

160. LE compas de proportion consiste en deux règles ou jambes égales, de cuivre ou d'autre matière solide, rivées l'une à l'autre, enforte néanmoins qu'elles puissent tourner librement sur leur charnière. La longueur & largeur des règles du compas de proportion n'est point déterminée; ces dimensions sont relatives à l'usage auquel on destine l'instrument, ou pour travailler dans le cabinet, ou pour être porté dans la poche: ceux-là sont les plus grands. Les premiers ont ordinairement dix pouces de long, six à sept lignes de large, & environ deux lignes d'épaisseur à chaque jambe. On a coutume de tracer sur le compas de proportion six lignes appelées *lignes artificielles* (a), divisées suivant la manière ordinaire; savoir, sur une face la *ligne des parties égales*, celle des *plans* & des *polygones*; sur l'autre côté, la *ligne des cordes*, la *ligne des solides* & celle des *métaux*. Sur le rebord, on met encore ordinairement d'un côté une ligne divisée qui sert à connaître le calibre des canons, & de l'autre côté une ligne servant à connaître le diamètre & le poids des boulets.

161. CE compas de proportion, tel qu'on le construit en France, pour ce qu'on appelle un *étui de mathématiques*, ne marque pas toutes les lignes qui peuvent se tirer de différentes parties de l'arc d'un cercle, & qui néanmoins sont nécessaires dans la pratique. Ces différentes lignes nommées *sinus*, *tangentes*, *secantes*, sont tracées sur l'instrument appelé par les Anglais *secateur*, qui se construit à Londres, & qui revient à notre compas de proportion.

162. EN voici la description, conforme à la construction anglaise, telle qu'elle est insérée dans le Dictionnaire Encyclopédique; nous nous arrêterons seulement aux lignes qui peuvent avoir rapport à notre objet. Dans l'abrégé de géométrie pratique que nous allons faire suivre, leur usage sera indiqué, en énonçant les problèmes auxquels se rapportent les principaux usages de ces lignes.

163. DES lignes qui sont tracées sur ce côté du compas de proportion, la *ligne des lignes*, autrement dite la *ligne des parties égales*, est la seule dont nous ayons besoin. On l'appelle *ligne des parties égales*, parce qu'elle est divisée de cinq en cinq en un certain nombre de parties égales, & le plus grand nombre possible, afin que l'instrument soit d'un meilleur usage; le nombre

(a) En géométrie on appelle *lignes artificielles* des lignes tracées sur une échelle quelconque, lesquelles représentent les logarithmes des sinus & des tangentes, &

peuvent servir avec la ligne des nombres à résoudre assez exactement tous les problèmes de navigation & de trigonométrie.

est ordinairement de 200, & marquées par des points lorsque le compas de proportion a six pouces de long; & quand la longueur de la jambe du compas le permet, chaque partie est subdivisée en moitiés & quarts. Cette ligne se trouve sur chaque jambe du compas, & du même côté, avec les mêmes divisions, marquées 1, 2, 3, 4, &c. jusqu'à 10, qui est vers l'extrémité de chaque jambe. Il faut remarquer que dans la pratique, 1 est pris pour 10 ou 100 ou 1000 ou 10000, &c. suivant le besoin; en ce cas, 2 représente 20 ou 200 ou 2000, &c. & ainsi du reste. La ligne des parties égales sert elle-même à diviser principalement une ligne droite en parties égales, pour y ajouter ou pour en retrancher telle partie que l'on veut. Quelque simple que soit la construction de cette ligne, elle est cependant d'une utilité très-grande, & sur-tout pour la solution de plusieurs problèmes.

164. LE revers du compas contient quatre lignes, celle des cordes (a), celle des solides, celle des métaux, & au bord extérieur une ligne des calibres & poids de boulets. Nous n'avons à considérer que la ligne des cordes: cette ligne est ainsi nommée parce qu'elle comprend les cordes de tous les degrés du demi-cercle, qui a pour diamètre la longueur de cette ligne; elle est tracée sur les deux jambes du compas, de manière que cela forme deux lignes qui partent du centre de l'instrument, & viennent aboutir aux angles.

165. UN problème seul renferme l'usage principal de la ligne des cordes. *Faire un angle de tant de degrés que l'on voudra.* Les autres sont des espèces de corollaires, comme, *l'angle étant trouvé, trouver sa valeur en retournant la règle, & prendre sur la circonférence d'un cercle donné, autant de degrés que l'on veut.*

166. OUTRE ces lignes qui sont essentielles au compas de proportion, il y en a d'autres proche ses bords extérieurs sur l'une & l'autre face, & parallèles à ces bords: elles servent aussi à des usages particuliers. Les lignes que l'on trouve par le moyen du compas de proportion, sont de deux espèces; elles sont latérales ou parallèles. Les lignes latérales sont celles que l'on trouve sur la longueur du côté de l'instrument. Les lignes parallèles sont celles qui traversent d'une jambe à l'autre.

167. ON doit observer que l'ordre ou l'arrangement de ces lignes sur le

(a) Corde, en géométrie, est une ligne droite qui joint les deux extrémités d'un arc; ou bien c'est une ligne droite qui se termine par chacune de ses extrémités à la circonférence d'un cercle, sans passer par le centre, & qui divise le cercle en deux parties égales, qu'on nomme segments. La corde est perpendiculaire à la ligne tirée

du centre de cercle, au milieu de l'arc dont elle est corde; & elle a, par rapport à cette droite, la même disposition que la corde d'un arc à tirer des flèches a par rapport à la flèche: ce qui faisait que les anciens géomètres nommaient cette ligne corde de l'arc, & l'autre flèche du même arc.

compas de proportion des modernes, est différent de celui qui était suivi sur les anciens. La même ligne n'est pas mise aujourd'hui à la même distance du bord de chaque côté; mais la *ligne des cordes*, par exemple, est la plus intérieure d'un côté, & la *ligne des tangentes* sur l'autre: l'avantage en est, que l'instrument est mis à un *rayon* pour les cordes; il sert aussi pour les *sinus* & les *tangentes*, sans que l'on soit obligé d'en changer l'ouverture. Car la parallèle entre les nombres 60 & 60 des cordes, celle qui est entre les nombres 90 & 90 des sinus, & celle qui est entre les nombres 45 & 45 des tangentes, sont toutes égales.

168. Nous terminons cette description abrégée, par quelques observations sur les lignes des sinus, des tangentes & des sécantes, marquées sur chaque jambe. Celle des sinus, qui est des sinus naturels, est numérotée 10, 20, 30, &c. jusqu'à 90°. La *ligne des tangentes naturelles*, sur les secteurs anglais, est numérotée de même jusqu'à 45°; & sur chaque jambe il y a une autre petite ligne des tangentes qui commence à 48°, & s'étend jusqu'à 75°. La *ligne des sécantes naturelles*, numérotée aussi 10, 20, 30, &c. jusqu'à 75°, ne part pas du centre de l'instrument; son commencement en est distant de deux pouces.

169. LA grande supériorité du compas de proportion anglais sur les échelles communes, lorsque les lignes des *sinus*, des *tangentes* & des *sécantes* y sont tracées, consiste en ce qu'il convient à tous les rayons & à toutes les échelles: en sorte qu'ayant une longueur ou un rapport donné, qui n'excede pas la plus grande étendue de l'ouverture de l'instrument, on a par les lignes des cordes, des sinus, &c. tracées sur le *secteur*, les lignes des cordes, des sinus, &c. d'un rayon quelconque, comprises entre la longueur & la largeur de l'instrument, quand il est ouvert.

170. LE compas de proportion est fondé sur la quatrième proposition du sixième livre d'Euclide, où il est démontré que *les triangles semblables ont leurs côtés homologues proportionnels*. Au surplus, le compas de proportion ou le secteur anglais, un peu trop composé, peuvent encore être remplacés par le quartier de réduction, dont nous allons parler: l'usage en est plus facile, & il a les mêmes avantages.

171. *Quartier de réduction.* CET instrument particulièrement employé par les marins, par rapport à l'usage que nous en ferons connaître en finissant sa description, que nous empruntons en entier de Bion, est un quartier dans lequel on forme plusieurs quarts de cercle, qui ont même centre, & plusieurs lignes droites parallèles. Ces lignes & ces quarts de cercle sont à distances égales.

172. ON peut prendre l'un de ces quarts de cercles, pour le quart de chaque grand cercle de la sphère, & principalement pour le quart de l'horizon

rizon & du méridien. En le prenant pour quart de l'horizon, l'un de ses côtés, tel qu'on voudra, représente la ligne méridienne, c'est-à-dire, nord & sud : l'autre côté faisant angle droit avec la méridienne, représente la ligne est & ouest. Toutes les autres lignes parallèles au côté pris pour quart de l'horizon & qui représente la ligne méridienne, sont des méridiens, & s'appellent *nord & sud* ; toutes celles qui sont parallèles au côté faisant angle droit avec la méridienne, & représentant des parallèles à l'équateur, sont nommées *lignes est & ouest*. Ce quart de cercle est divisé premièrement en huit parties égales, par sept rayons tirés du centre commun à tous les autres quarts de cercle, pour représenter les huit rumbes de vents de chaque quart de la boussole ou de l'horizon ; chacun de ces quarts de vent vaut 11 degrés 15 minutes, comme dans la boussole. La circonférence du quart de cercle distinct & apparent dans le carré, est aussi divisé en 90 degrés, & chaque degré est subdivisé de 12 en 12 minutes, par le moyen de lignes transversales, tirées de degré en degré, & de six cercles concentriques, y compris les deux cercles extrêmes. On attache au centre un fil de laiton, qui étant arrêté sur tel degré que l'on veut du quart de cercle, sert à diviser les autres cercles proportionnellement à l'horizon, comme on le juge à propos.

173. IL est aisé de juger que l'intelligence de la construction & de l'usage de cet instrument dépende absolument de la connaissance de la division de l'horizon, puisqu'il représente le quart de cercle de la sphere ; il est très-commode pour résoudre les problèmes de pilotage par les triangles semblables, que l'on forme dans tous les cas sur le quartier de réduction, & dont on mesure les côtés par les intervalles égaux qui sont entre les quarts de cercle & entre les lignes N & S, E & O.

174. *Ligne ou échelle des nombres ; règle logarithmique (a) de Gunter ; échelle anglaise ou échelle des logarithmes.* LIGNE ou règle divisée en plusieurs parties, & sur laquelle sont marqués certains chiffres, au moyen desquels on peut faire mécaniquement différentes opérations arithmétiques, trigonométriques & autres. Cette échelle, ainsi nommée du nom de son inventeur, n'est autre chose, selon Chambers, que les *logarithmes* transportés des tables sur une règle, pour produire à peu près, par le moyen d'un compas qu'on applique à la règle, les mêmes opérations que produisent les logarithmes eux-mêmes, par le moyen de l'arithmétique additive ou soustractive. L'é-

(a) *Logarithmique*, pris adjectivement, se dit de ce qui a rapport aux *logarithmes*. On appelle de ce nom de nombre d'une progression arithmétique, lequel répond à un autre nombre dans une progression géomé-

trique. *Logarithmique*, en géométrie, est une courbe qui tire son nom de ses propriétés & de ses usages dans la construction des logarithmes, & de l'explication de leur théorie.

chelle logarithmique a sur-tout introduit de grandes abréviations dans les calculs ; elle sert principalement à trouver d'une simple ouverture de compas le quatrième terme d'une règle de proportion ; nous en donnerons un exemple pratique à l'article de la géométrie souterraine.

Du magnétisme.

175. DE tous les instrumens qui composent l'appareil des ingénieurs houilleux, la *bouffole* est le plus important ; c'est presque le seul employé en beaucoup d'endroits pour les principales opérations de géométrie souterraine. On ne peut donc entrer dans trop de détails sur tout ce qui appartient à cet instrument. Son utilité réside uniquement dans l'aiguille aimantée, c'est-à-dire, dans une aiguille à laquelle on communique avec l'aimant la propriété directrice qui est particulière à cette pierre, de tourner toujours un certain côté vers les poles du monde, & ordinairement vers le nord ou vers le sud, qui est le côté opposé. L'ordre des choses exige qu'on dise d'abord un mot de la pierre d'aimant, de la manière de reconnaître ses poles, & de communiquer aux aiguilles de bouffole sa vertu la plus utile.

176. *De la pierre d'aimant ; manière de trouver ses poles principaux, de lui procurer de la force, de la lui entretenir, & de communiquer sa vertu aux aiguilles de bouffole.* L'AIMANT (a) est une pierre brune pour l'ordinaire, pesante, peu dure lorsqu'elle est pure, souvent mêlée de cailloux & de spath, qui diminuent sa qualité. Il s'en trouve de couleur différente ; il y en a de couleur de fen, de noirâtre, de rougeâtre. Le bon aimant doit être peu poreux, fort solide, homogène, d'un noir luisant : ceux qui sont d'un noir un peu roux, sont encore très-bons, au jugement de plusieurs physiciens. Cette substance peut quelquefois être regardée comme une mine propre à être traitée à la forge.

177. On en trouve dans beaucoup de pays. A Saint-Nazaire, province de Bretagne, en France, il y a un champ dont tous les cailloux sont des pierres d'aimant, ce qui a fait donner à cet endroit le nom de *champ de l'aimant* ; c'est à une demi-lieue du moulin de la Noc, & du village de Saint-Martin, à l'embouchure de la Loire. Il y en a aussi dans le pays bas de Devonshire en Angleterre, & l'on observe que ces mines sont toutes dirigées de l'est à l'ouest, & non du nord au sud. On estime particulièrement les pierres d'aimant qui viennent de Norwege.

(a) *Magnes. Onomastic lapis lydius de Sophocle. Lapis magnificus. Lapis nauticus. Sideritis.* Pierre héracienne de Pla-

ton. Pierre d'Héracée ; *lapis Heraclius.* Pierre ferrière : en vieux français, calamite, marinette, *diophyta.*

178. ON distingue dans un aimant ses *poles* & son *axe*. Les *côtés*, ou les deux points qui attirent le plus, sont appelés *poles de l'aimant*, par rapport à leur direction vers les poles du globe. Par une loi constante du magnétisme, l'attraction mutuelle & réciproque se fait par les poles de différent nom, & la répulsion se fait par les poles de même dénomination. Ces poles sont des points variables, que l'on est quelquefois maître de produire à volonté, & sans le secours d'aucun aimant. On est convenu d'appeler *pole austral* de l'aimant, celui qui se tourne vers le *nord*; & *pole boréal*, celui qui se dirige vers le *sud*. La ligne droite, qui va de l'un à l'autre pole, se nomme *axe* de l'aimant.

179. ON serait fondé, d'après de nouvelles observations, à distinguer le point de séparation des deux poles, appelé *centre magnétique*. (a) Ce point devient important dans la construction de l'aiguille de la boussole, par rapport à la différence qui résulte pour son effet, dans une aiguille qui serait percée dans ce point milieu, & dans une aiguille qui n'est que suspendue.

180. LE plan perpendiculaire qui partage l'aimant par le milieu de son *axe*, est appelé *équateur* de l'aimant. Le *méridien magnétique* est le plan perpendiculaire à l'aimant, suivant la longueur de son *axe*, qui passe conséquemment par les poles.

181. COMMENT déterminer ces poles? C'est par où il faut commencer. Bion en indique les moyens de la manière suivante. Il faut percer un carton blanc lisse de la figure de la pierre (b), afin de l'enchaîner dans le trou, en sorte que son *axe* principal se trouve dans le plan de cette carte; puis semer de la limaille de fer ou d'acier en la tamisant; ensuite de quoi l'on frappe doucement avec un petit bâton, afin que, mettant en mouvement cette limaille, la matière magnétique lui fasse prendre un arrangement conforme au chemin que tient cette matière pour passer d'un *pole boréal* dans un autre *pole austral*; & l'on s'apercevra que cette limaille sera rangée en forme de plusieurs demi-circonférences, dont les extrémités opposées marqueront les poles de l'aimant.

182. ON peut encore connaître ces côtés d'un aimant, en le plongeant ou le roulant dans la limaille de fer ou d'acier, ou encore mieux dans de petits bouts de fil d'acier qu'on a coupés; pour lors ils feront plusieurs différentes configurations autour de la pierre; il y en aura qui seront couchés, d'autres à demi couchés, & enfin d'autres tout dressés. & ces endroits de la pierre où ces petits bouts d'acier seront perpendiculaires.

(a) *Tentamen theoria electricitatis & magnetionis, auctore Aepino. Petropoli, in-4°, 1760.*

(b) On peut placer sur un morceau de glace ou sur une table on a mis une feuille de papier blanc.

ou dans lesquelles la limaille sera hérissée, seront inmanquablement ses *poles*; l'endroit où ils se tiennent couchés, marque son *équateur*.

183. CONNAISSANT ainsi les poles de l'aimant, on déterminera leurs noms, en le faisant flotter sur l'eau avec un petit morceau de liege, ou le suspendant avec un fil, de telle sorte que son axe soit parallèle à l'horizon: alors le pole de cette pierre qui se tournera vers le nord du monde, sera le *sud* de l'aimant, & le point opposé sera le *nord*. On connaîtra encore ces poles avec une boussole; car présentant une aiguille aimantée à une pierre d'aimant, le bout qui aura été touché tournera aussi-tôt vers le pole de la pierre qui lui convient, & l'autre bout de l'aiguille tournera de même vers l'autre pole de la pierre. Il en sera de même d'une aiguille très-fine & très-courte, posée en liberté dessus.

184. LES poles d'un aimant reconnus, il faut le scier de manière qu'il soit bien plan & bien poli à l'endroit de ces poles; la figure qu'on lui donne contribue beaucoup à sa force. Il est certain que, de tous les aimants de parcellle bonté, celui qui sera le mieux poli, qui aura son axe le plus long, & dont les poles se rencontreront juste aux deux extrémités, sera le plus vigoureux: ainsi la figure la plus avantageuse à donner à l'aimant est celle où l'axe aura la plus grande longueur, sans cependant trop diminuer les autres dimensions. La force de l'aimant s'étend tantôt plus, tantôt moins, depuis 8 à 9 pouces jusqu'à 14 pieds.

185. TOUT cela fait, on arme la pierre; cette armure, dont l'utilité est de réunir, diriger & condenser toute la vertu de l'aimant vers les poles, & d'augmenter par conséquent sa force, consiste à attacher plusieurs plaques de fer à la pierre: cette amure qui ne doit pas être placée ailleurs que sur les poles, doit être en proportion de la force que l'on connaît à l'aimant.

186. POUR conserver un aimant, Bion veut qu'on le tienne dans un lieu sec parmi de petits bouts de fils d'acier: il prétend que la limaille, qui est toujours pleine de poussière, le fait rouiller. On le suspend aussi quelquefois, afin qu'ayant la liberté de se mouvoir, il se dirige vers les poles du monde. Or, comme l'aimant ajusté d'une façon où sa vertu puisse s'exercer en toute liberté, indique le point de l'horizon vers lequel on marche; l'aiguille qui a été frottée sur cette pierre, le fait de même.

187. L'OPÉRATION d'aimanter cette aiguille, est un art qui n'est pas à négliger. Pour y réussir, on coule doucement & on tire de loin l'aiguille trois ou quatre fois sur un des poles de l'aimant, depuis son milieu jusqu'à son extrémité; mais il faut remarquer que le bout de l'aiguille d'une boussole qui a touché à un des poles de l'aimant, se tourne vers l'endroit du monde opposé à celui qui regarde ce pole: c'est pourquoi, si l'on veut que le bout de l'aiguille se dirige vers le nord, il faut le faire toucher au pole de la pierre qui regarde

le sud. Il faut faire la même chose trois ou quatre fois, écartant la main en arc, afin que la vertu y reste mieux imprimée, & prendre garde de donner un seul coup en sens contraire : on enlèverait par-là toute la vertu communiquée. Le bout de l'aiguille qui a été frotté du pôle méridional de la pierre d'aimant, se tourne toujours vers la partie septentrionale du monde, avec quelque déclinaison qui change de tems en tems (a).

188. UNE aiguille ainsi préparée, présente deux particularités ; une *inclinaison* & une *déclinaison*. Nous n'avons ici qu'un mot à dire de la première ; nous traiterons à part de la seconde. L'inclinaison qui s'observe consiste en ce qu'une aiguille de boussole, étant en équilibre sur son *pivot* avant d'être aimantée, perd cet équilibre en l'aimantant ; & le bout qui dans ce pays tourne au nord, penche vers la terre, comme si elle était devenue plus pesante de ce côté-là : c'est ce qui fait qu'avant d'aimanter les aiguilles, on laisse le côté qui doit regarder le nord, plus léger que celui qui doit regarder le sud ; cette inclinaison augmente à mesure qu'on approche du pôle, & diminue quand on approche de l'équateur. Plus l'aimant sur lequel on touche les aiguilles a de force, plus il leur fait conserver le magnétisme. Sur mer on fait exprès des aiguilles pour observer cette inclinaison ; mais dans les mines cela n'est d'aucune utilité.

189. *Du compas de mines, nommé ordinairement boussole de mines, boussole manuelle, ou boussole de main.* LA boussole est composée d'une boîte qui porte sur le fond de son milieu un pivot ou une pointe élevée à angles droits ; à la hauteur de la surface supérieure au bord de laquelle est une circonférence qui marque les degrés, ce pivot porte une chappe, & sur cette chappe est attachée une aiguille aimantée, parfaitement en équilibre sur le pivot. Cette boîte ou cage est couverte d'un verre qui garantit l'aiguille & toutes ses dépendances, de la rouille, de la poussière, de la crasse. Dans le fond de la boîte on a aujourd'hui coutume de placer un petit ressort, par le moyen duquel, lorsqu'on transporte la boussole, l'aiguille s'élève contre la glace, & par ce moyen ne peut vaciller. Cette précaution empêche que la pointe du stile ne se casse, ou qu'il ne survienne quelque dérangement par le frottement de l'axe & de la chappe. La construction de cette boîte, quant à la forme, peut varier.

190. PARMI les boussoles du cabinet de M. Pajot d'Ons-en-Bray, appartenant à l'académie, il y en a une très-jolie & très-commode pour les opérations de mines. La boîte est un espece de petit calice fixé sur une tige qui est implantée sur une base élargie en rond de la même manière que pour un chandelier. Il s'en construit qui sont faites pour être toujours posées à

(a) La déclinaison de l'aiguille aimantée, est l'angle que fait l'aiguille avec le méridien qui passe par les pôles nord & sud.

terre ; & ce sont les plus commodes , par la facilité de les tenir & de les porter par-tout à la main.

191. DE quelque manière que soit construit cet instrument , les parties essentielles qui sont à considérer, sont 1^o. le limbe ou bord circulaire servant à indiquer les degrés par 24 divisions, sur lesquelles sont les noms des heures. 2^o. L'aiguille participant de la *verticité* de l'aimant (a), la moindre circonstance relative à cette pièce & aux parties qui en sont dépendantes, exige dans la construction une précision & des attentions particulières, dont il est à propos de mettre au fait ; on les trouvera développées dans la traduction de Weidler : nous ne nous arrêterons ici qu'à ce qu'il y a de plus essentiel.

192. *Du limbe circulaire de la boussole.* Le lecteur est suffisamment instruit par ce qui a précédé, que la géométrie souterraine a pour base la division de la circonférence en plusieurs parties ; anciennement c'était en trois cents soixante parties ou degrés, comme l'horizon. Les modernes y ont substitué plus à propos la division de cette circonférence en deux fois douze parties égales ou degrés que l'on a appelés *heures*, sans doute parce que cette division convenait avec celle que nous faisons d'un *jour astronomique* (b), & l'on a divisé chaque heure en huit parties.

193. Le cercle ou la circonférence d'une boussole des disques horaires, n'ayant par ce moyen que 192 parties, chacune de ces parties devient sensible sur un cercle qui n'aurait qu'un doigt ou un doigt & demi de diamètre. Dans les boussoles communes des houilleurs de Liège, il est de cinq pouces ; la pointe de l'aiguille aimantée, & qui guide les ouvriers de mines dans leur estimation, la montre plus distinctement ; & cela est important dans les travaux souterrains, où l'on n'est éclairé que par des lumières.

194. La circonférence du cercle géométrique des mineurs ayant 192 parties ou degrés, la demi-circonférence en a 96, & le quart de la circonférence quarante-huit, ou six heures. Les six heures divisées en deux parties égales par la ligne qui coupe perpendiculairement la *méridienne*, & qui passe par le centre du cercle, se désignent par des noms différens, selon l'extrémité & selon la direction de cette ligne vers les quatre parties du monde, & se transportent sur l'instrument de la manière suivante. A la partie *septentrionale*, on marque six heures, & autant à la *méridionale*, savoir, depuis trois jusqu'à six, & depuis six jusqu'à neuf. Les premières sont nommées *orientales* ou *septentrionales*, & les autres *occidentales* ou *méridionales* : de manière qu'il n'y a que douze directions réelles. Ces heures servent à connaître la direc-

(a) On appelle ainsi la propriété qu'a l'aimant ou une aiguille aimantée, de se diriger vers les pôles du monde, c'est-à-dire, vers le nord ou vers le sud.

(b) On appelle *jour astronomique* un jour composé de vingt-quatre heures, plus du tems nécessaire pour revenir au méridien.

tion ou *allure* des veines : car *marquer les heures*, en terme de géométrie souterraine, c'est marquer au jour la direction d'une *veine* ou d'un *filon*. Les ouvriers de mines jugent aussi & désignent par les heures, l'*inclinaison* ou la *pente* des veines; nous donnerons à part de nouveaux détails sur cet objet.

195. *Circonstances remarquables relativement à l'aiguille de la boussole.* POUR les opérations de mines, les grandes boussoles doivent être munies d'une aiguille faite avec des lames d'acier trempé, limées très-délicatement & fortement aimantées. Cette aiguille est figurée différemment, tantôt en dard par un bout; tantôt, particulièrement dans les grandes boussoles, en fleche. Il est avantageux que ces extrémités se terminent en une pointe qui ne soit pas trop aigue. Elles doivent avoir deux lignes & demie de largeur vers le milieu, deux lignes vers les extrémités : l'épaisseur doit être d'une feuille de papier, ou d'environ un sixième de ligne.

196. LA longueur de l'aiguille est proportionnée au diamètre de la boussole. Quant à cette dimension, il est à observer que, plus les aiguilles sont longues, moins elles ont de vibration, & que les petites aiguilles ordinaires ne sont pas avantageuses pour les opérations de mines, étant sujettes à être détournées & dérangées par la rencontre du fer, & autres substances de cette nature. Ce n'est pas que les grandes aiguilles ne soient aussi un peu sujettes à l'impression de ces matières; mais on fait reconnaître ce voilinage, & remédier à l'inconvénient qui en résulte. Les moyens usités pour l'un & pour l'autre seront développés dans un instant.

197. AUX moyennes & aux petites aiguilles, on place un fret ou anneau vers l'extrémité, afin de distinguer la partie qui doit tourner vers le nord; les houilleurs font dans l'usage de terminer en fleche l'extrémité qui doit regarder le midi. Le poli de l'aiguille a besoin d'être entretenu & rétabli; il est même nécessaire de la refrotter à l'aimant, quand elle diminue de force.

198. LES différentes pièces qui touchent cette aiguille, sont encore susceptibles, dans la construction, d'attentions qui leur sont particulières. Le *file*, qui doit servir de pivot ou de point d'appui à l'aiguille, doit être d'acier bien trempé, ou de métal de cloche; il doit être délié, exactement droit, & fixé perpendiculairement sur la base, & bien pointu: cette pointe doit être extrêmement polie & un peu mouflée à sa terminaison: il faut avoir soin de veiller à ce que ce file conserve son poli, afin que le mouvement de l'aiguille ne se ralentisse pas. La petite chappe de cuivre, ou de laiton, ou d'agate, ou de pierre à fusil, dont elle est garnie dans son milieu, n'est pas une des pièces les moins intéressantes de l'aiguille; cette chappe est creusée fort droit en forme de cône, & l'on donne un petit coup de *pointeau* (a)

(a) Outil d'horlogerie, en manière de poinçon; il est d'acier trempé, pointu par le bout, & sert à marquer ou à faire des trous dans des pièces de laiton ou de cuivre.

au fond, pour que l'aiguille ait un mouvement bien libre sur son pivot. Le point essentiel relatif à la chappe, est qu'elle soit, ainsi que l'aiguille, bien placée dans le centre de gravité, qui se trouve répondre au *centre magnétique*.

199. CETTE disposition est un des articles les plus embarrassans de la construction d'une boussole. M. Saverien remarque très-judicieusement que cette disposition ne demande ni un esprit ni une main novice : la *suspension* (a) de cette partie est difficile & délicate; si elle est défectueuse, la direction de l'aiguille est altérée; ce qu'il y a de fâcheux, c'est qu'il n'y a pas de règle véritable sur ce point. Le coup-d'œil & l'adresse du constructeur en décident presque toujours; encore ce coup-d'œil & cette adresse se trouvent souvent en défaut par l'inclinaison de l'aiguille, dont les variations excluent toute sorte d'expédient : à tout hasard, le plus sûr est de la suspendre de manière que le centre de gravité (b) de l'aiguille soit le même que celui de suspension : ainsi, lorsqu'on dit que l'aiguille doit être en équilibre sur son pivot, on entend qu'il faut que son plan soit bien parallèle à l'horizon; on pourrait au surplus suppléer à cette difficulté par un coulant en cuivre.

200. *Ecarts ou variations de l'aiguille aimantée; manière de les connaître; causes qui les occasionnent; moyens d'y remédier.* La direction de l'aimant varie & s'écarte quelquefois du vrai nord, c'est-à-dire, de la *ligne méridienne* du lieu où l'on est, pour *décliner*, tantôt plus, tantôt moins vers l'orient ou vers l'occident. Cet écart, nommé *déclinaison*, n'est pas égal par-tout (c). On dit de même de la boussole qui doit marquer le nord, qu'elle décline lorsqu'elle ne marque pas le nord précisément, mais qu'elle s'en écarte un peu, soit vers l'est, soit vers l'ouest; ce qui s'exprime, en termes de marine, par *nord-ester* pour le premier cas, & *nord-ouester* pour le second.

201. LA mesure de cette déclinaison de l'aiguille aimantée, est la distance apparente de l'aiguille au point du nord ou au point du midi, marquée par la boussole; on y parvient par l'arc de l'horizon compris entre le *cercle azimuthal* du soleil & le *méridien magnétique*; on connaît cet arc sous le nom d'*azimuth magnétique*. Elle se marque par les degrés d'un cercle parallèle à

(a) En mécanique, *suspension* est le point où est arrêtée & suspendue la balance.

(b) En mécanique on appelle *centre de gravité* d'un corps, un point par lequel ce corps étant suspendu, ses parties sont en équilibre, dans quelque situation qu'el-

les soient.

(c) A Paris l'augmentation graduelle de cette déclinaison, remarquée depuis un siècle, cesse d'avoir lieu; les astronomes la trouvent pour le présent à peu près de 20 degrés au nord-est.

l'horizon;

l'horizon ; degrés qui font compris entre le nord ou le sud & la direction de l'aimant.

202. LA variation de l'aiguille aimantée dans le même lieu en différens tems, & dans différens lieux, mérite l'attention de celui qui fait usage des instrumens. Cette variation oblige quelquefois à des corrections d'autant plus nécessaires, que les galeries sont plus longues, ou les angles qui ont été pris plus éloignés les uns des autres. Voici comment les écarts de la direction d'une galerie, des points cardinaux, sont indiqués par les écarts de l'aiguille aimantée de la ligne méridienne.

203. LORSQUE la galerie est dirigée vers l'orient, c'est-à-dire, si sa direction s'écarte de la ligne méridienne, la pointe de l'aiguille aimantée tournera vers la gauche de la quantité de cet écart, & sa pointe marquera à gauche l'heure orientale : voilà pourquoi, dans la boussole du mineur, on a transposé les points d'orient & d'occident des lieux qu'ils occupent dans la boussole ordinaire.

204. L'AIGUILLE aimantée, devenue un véritable aimant qui attire ou qui est attiré par le fer, devient sensible à l'impression des substances ferrugineuses ou magnétiques ; ces matieres très-fréquentes dans l'intérieur de la terre, sont en général une des causes les plus communes de la variation irrégulière de l'aiguille aimantée. Il est donc important de s'assurer en plus d'une station s'il n'y a point de ce métal. Ce qui paraît le plus à propos pour cela, c'est de se servir de plusieurs boussoles. Si dans la mine elles ne s'accordent point comme au-dehors, celles qui auront plus d'activité indiqueront qu'il y a du fer dans le voisinage. La pratique des houilleurs, pour remédier à l'action du fer sur l'aiguille, quand il se rencontre de cette substance dans le voisinage, est fort simple : ils interposent des planches ou de la toile ; mais ces moyens, & sur-tout le second, pourraient quelquefois être très-insuffisans, les pores de la toile même cirée n'étant pas assez serrés pour rompre ou intercepter les émanations du fer.

205. LE fer, dans les mines, n'est point la seule chose capable de déranger l'aiguille aimantée ; les météores peuvent tout autant produire cet effet. Le froid qui condense les métaux, paraîtrait capable de resserrer les pores de l'aiguille, d'empêcher les efflux magnétiques, & diminuer la vertu directive. Les auteurs qui ont écrit de la géométrie souterraine, recommandent en conséquence d'avoir l'attention, avant de descendre la boussole en hiver dans les mines, de corriger cet inconvénient en la tenant quelque tems dans un endroit un peu échauffé, sans cependant trop l'approcher du feu, & d'effuyer doucement la vapeur qui s'attache dessus. J'ai interrogé sur ce point des ouvriers expérimentés ; ils m'ont assuré que, lorsqu'ils

viennent à refaire la mesure au jour dans les tems de gelée , on n'observait point de dérangement dans la vertu directrice de l'aiguille.

206. *Pratique abrégée de géométrie souterraine.* ON n'a proprement à résoudre , dans toute la géométrie souterraine , que des triangles rectilignes. Son premier théorème consiste à trouver par le niveau d'inclinaison l'angle aigu dans un triangle rectangle ; l'*à-plomb* marque la perpendiculaire ou verticale , & l'arc donne la quantité de l'angle ; les inconnus du reste du triangle se découvrent par le moyen des tables des sinus , & par les règles de la trigonométrie , qui n'est autre chose que l'art de résoudre & d'analyser les triangles.

207. J'AI choisi dans Wcidler les plus essentielles des propositions qui tendent à la pratique , au nombre de dix , savoir :

1. *Triangle à prendre & à résoudre pour trouver les dimensions d'une mine de fer.*
2. *Tracer une ligne droite dans un terrain impraticable.*
3. *Quel point de la surface correspond à un point donné dessous.*
4. *Tracer une ligne droite sur une surface inclinée & inégale.*
5. *Tracer la ligne qui communique d'une mine à une autre.*
6. *Pénétrer d'un point de la surface à un lieu donné de la mine.*
7. *Déterminer le point de la mine qui correspond verticalement à un point donné dessus.*

8. 9. *Trouver l'inclinaison & la direction des veines.*

10. *Opérations qui doivent se faire à la surface du terrain , pour la résolution de la plupart des problèmes.*

A ces dix problèmes , dont neuf seulement sont énoncés dans l'Encyclopédie , nous en avons ajouté deux autres pour deux cas particuliers intéressans , relativement à la profondeur des puits de mines.

208. LE tems employé à l'enlèvement des paniers de charbon du principal chargeage à l'œil du burc , peut être un article de calcul utile sur le produit journalier de la houillère : dans une , l'extraction se faisant par plusieurs puits ou fosses de profondeur différente , il s'agirait de savoir quel espace de tems emporte l'extraction de charbon par chacun de ces puits. C'est dans une circonstance pareille que les *échelles logarithmiques* sont infiniment commodes , & aident à résoudre promptement sans peine , avec le compas de proportion , les triangles rectilignes , & autres genres de proportion ; c'est aussi à ce cas que nous appliquerons la méthode de se servir de l'échelle de Gunter , afin d'éclaircir la notice sommaire que nous avons donnée de cet instrument.

209. LE problème XIII est tiré de l'ouvrage d'Agricola , *De re metallica*. Cet auteur , livre V , développe en particulier , & très-nettement , la manière de mesurer par les différentes espèces de triangles : il en fait l'application à la

recherche du nombre de toises qui restent à fouiller d'une galerie de pied, ou areine commencée, & un bure qui ne l'est pas, ou qui ne se trouve pas entièrement profondé au niveau de l'areine que l'on pousse vers le bure, ou à la recherche du nombre de toises à fouiller pour, du bure déjà commencé, ou qui ne l'est pas, atteindre l'areine. Cette connaissance peut être intéressante pour asseoir les combinaisons pour les frais à faire, ou pour hâter soit l'enfoncement du bure & le travail de la fouille avant que l'areine soit conduit au pied du bure, soit la pourchasse de l'areine jusqu'au bure.

210. LA maniere de mesurer dans l'un & dans l'autre cas, porte sur la dimension du triangle, que l'on fait être distinguée suivant ses trois côtés, qui sont égaux ou inégaux entr'eux, ou suivant ses angles, dont chacun a ses propriétés particulières; de maniere que la figure la plus simple de toutes, (les triangles) est d'un très-grand usage dans la trigonométrie, pour résoudre par le seul secours des triangles semblables, tous les problèmes trigonométriques. Nous donnerons en entier la méthode décrite par Agricola, pour s'en servir dans la circonstance que nous venons d'exposer.

211. PARMI les pratiques des opérations de mines, ou relatives à ces travaux, il en est plusieurs, telles que le mesurage, quelques points contentieux, même la solution de quelques problèmes, qui exigent au préalable la connaissance du plan. Cette considération paraît exiger quelques remarques sur la maniere de rendre diversément sur le papier quelques parties de l'intérieur des mines, pour aider à juger quelques circonstances relatives aux travaux & aux opérations, dans lesquelles il est souvent nécessaire d'avoir sous les yeux la position, les dimensions, les galeries.

212. ON sent qu'il n'est généralement possible pour les mines, de figurer sur le papier que des surfaces planes, comme une partie de montagne coupée d'a-plomb jusqu'à une certaine profondeur, ou bien une superficie servant de base à la masse, soit supérieure, soit inférieure, que l'on exploite, laquelle base est alors supposée rasée au niveau. Les projections (*a*) qui peuvent être sensiblement utiles dans les opérations de mines, se réduisent par conséquent à deux especes: savoir, celle dans laquelle on présente aux yeux une étendue de face, & celle où l'on représente une étendue en superficie horizontale. La premiere est distinguée par le nom de *profil*, la seconde par le nom de *plan géométral*. Weidler a traité amplement tout ce qui a rapport aux plans à lever dans les travaux de mines; nous nous arrêterons ici uniquement & très-succinctement au profil & au plan géométral, comme étant d'un usage plus fréquent, & sur-tout comme ayant rapport à une autre maniere

(*a*) En perspective on appelle *projection* une certaine vue, selon la situation des corps dont on trace la description sur un plan, tels qu'ils paraîtraient si l'œil était placé en certain point.

que nous communiquerons dans l'article second, pour remplacer plus utilement ces plans dans des cas de spéculation particulière.

213. *De l'ichnographie ou plan géométral d'une mine.* Ce que l'on connaît généralement sous ce dernier nom, est appelé autrement *ichnographie* ; ce qui signifie la représentation du veltige ou de l'impression que l'on suppose être laissée par un corps quelconque sur un endroit où il a été posé. Les *planches VI, VII, VIII, &c.* part. II, sont des exemples de ce plan parallèle à l'horizon, dans lequel tout ce qui y est représenté ne forme plus qu'un plan plat, comme si on regardait l'objet de haut. Toutes les parties de charbon, conservées pendant le tems d'une exploitation, ou pour servir de piles & de soutien au toit des veines & galeries, ou qui étaient les murailles de ces galeries, sont supposées rasées presque au niveau des routes résultantes des charbons exploités & enlevés.

214. DÈS-LORS on aperçoit seulement la trace de ces différentes parties de charbon, qui dans la mine subsistent en élévations ; ce qui rend sensibles en même tems, & l'épaisseur conservée à ces maillifs, non travaillés à dessein, ou à ceux qui doivent être attaqués dans la continuation des ouvrages, & les différentes aires (a) des souterrains, & les directions données aux routes qui étaient pratiquées dans la mine. Le problème VI de Weidler a pour objet de faire l'ichnographie des souterrains où l'on s'est servi de la boussole.

215. *Orthographie, profil, plan élevé ou coupe d'une mine.* Recta pictura. ON appelle ainsi la manière de représenter le centre d'une montagne traversée ou percée de souterrains, & dans laquelle on veut faire voir la position des routes inférieures & supérieures, par rapport à la hauteur perpendiculaire des différens puits de communication creusés des premières veines à celles qui sont au-dessous.

216. LE coup-d'œil des *planches* ichnographiques suffit pour faire voir que la projection orthographique ne peut jamais exprimer assez clairement & assez nettement, que de très-petites portions des ouvrages souterrains, tant supérieurs qu'inférieurs. Il est souvent très-difficile, on peut même dire impossible, de faire sentir sans confusion, dans un plan de cette espèce, ces différentes parties. Lorsqu'il s'agit donc de porter un jugement sur quelque point contentieux un peu délicat, il n'y a de vrai moyen que celui de la descente des experts dans la mine, à l'effet de visiter les ouvrages. La seule circonstance dans laquelle l'orthographie est utile, c'est pour donner une connaissance précise de la nature de la montagne que l'on fouille, des couches ou lits terreux & pierreux qui précèdent la mine, de l'ordre

(a) *Arca.*

dans lequel elles se trouvent placées les unes sur les autres, de leur épaisseur, de leur inclinaison. On voit des exemples de ces profils dans les premières planches.

217. L'ORTHOGRAPHIE est d'autant plus digne de remarque dans ce cas, que cette représentation d'une montagne coupée par le milieu, n'est précisément qu'une esquisse (a) ou représentation assez aisée à faire à plusieurs traits simples, sans être accompagnée des ombres qu'on a coutume d'ajouter au simple trait.

Principaux problèmes de géométrie souterraine, avec leur solution.

I. Déterminer la profondeur d'un puits de mine. LES figures de l'Encyclopédie, & de la planche I de Weidler, relative à ce problème, représentent le profil d'une galerie, & le puits ou bure dont on veut connaître la profondeur; les angles sont mesurés avec le niveau. On commence de mesurer à la chaîne les hypoténuses, c'est-à-dire, les côtés du triangle opposés à l'angle droit; & résolvant les triangles rectangles, on obtiendra les côtés verticaux, qui étant ajoutés à la profondeur du puits, donneront la profondeur totale de la mine. On doit observer sur l'usage du niveau, pour la solution de ce problème, que le niveau ne suffit pas; & si on l'emploie, il faut une fausse-équerre ou récipient.

Opération. On met un des côtés de niveau, voyez fig. 8, pl. XXXI, & on visera par l'autre côté de la règle au fond du bure avec cette précaution. Si l'œil est à l'extrémité d'un des diamètres supérieurs du bure, il faut viser à l'extrémité inférieure du diamètre opposé au fond du bure, où sera une lumière. Si l'œil est en A, il faut viser à B, où sera une lumière.

Calcul. AC est le diamètre supérieur qu'on mesurera. C étant bien à plomb sur B, & la règle de 3 est: AC est à BC comme le rayon est à la tangente; par exemple, si le récipient donne avec un rapporteur l'angle CAB, de $57\frac{1}{2}$ degrés, & si AC est de 6 pieds, on fera le calcul suivant:

Tangente de $77\frac{1}{2}$.

Logarit. 10. 6542448.

6 pieds, 0. 7781512.

Savoir 27 pieds, 06. 11. 4323960.

Profondeur du puits, 27 pieds $8\frac{1}{2}$ lignes.

II. Déterminer quel point de la surface de la terre répond au dessus d'un point donné dans une des galeries souterraines de la mine. CETTE question, à laquelle se rapportent la fig. 11 de Weidler, planche II, & la X de l'Encyclopédie,

(a) Monogramme, dessin monogrammatique, monochroma, monogrammus; icon, delineatio iconica.

supposé qu'on a levé avec le graphometre & la perche, le plan de la mine, & le plan supérieur à la surface des bures ou puits. Les deux plans comparés résoudreont la question.

III. *Déterminer un point de la mine qui correspondra verticalement à un point donné au - dessus.*

Figure 10, pl. II, de Weidler, & XIV de l'Encyclopédie. IL ne s'agit que de réduire les deux plans au niveau; c'est une affaire de projection.

IV. *Communiquer d'un point sur la surface de la terre, à un point ou lieu donné dans l'intérieur de la mine.*

Fig. 22, pl. II, de Weidler, & XIII de l'Encyclopédie. IL en est de cette question comme de la précédente.

V. *Tracer la communication ou la ligne qui communique d'une mine à une autre.*

Fig. 23, pl. IV, de Weidler, XII de l'Encyclopédie. CELA est décidé par le plan ou par la partie du plan, qui seule doit avoir été bien levée pour résoudre cette question.

VI. *Déterminer la direction d'une galerie dans laquelle on ne peut faire usage de la boussole, l'aiguille étant troublée par l'action d'une mine de fer.*

Troisième problème de Weidler, page 57, fig. 9, pl. I, de Weidler, VIII de l'Encyclopédie. LORSQU'IL y a assez d'espace, on peut tendre un cordeau, & placer de distances en distances la boussole sous le cordeau; par-là on verra quels sont les plus grands écarts, & peut-être y aura-t-il quelques points du cordeau, où la boussole ne sera pas altérée: si l'on n'y réussit pas, il faudra se servir des méthodes suivantes.

Dans le cas où la galerie aboutit à un puits, mettez sur l'ouverture du bure un *cadran solaire* que l'on suppose orienté, en lui faisant marquer l'heure qu'indique une *montre réglée*. La *méridienne* du cadran donnera la direction d'un des diamètres du bure que l'on barrera par un madrier. Ce madrier vu du fond du bure, fera distinguer l'angle que fait la galerie avec la méridienne, en se servant du *graphometre*. Si la galerie n'aboutit pas au bure, il faut observer avec le *graphometre* les angles de détours de chaque galerie qui conduit à celle qui est sous le bure, & mesurer à la *perche* la longueur de ces galeries: ce qui suffira pour les diriger toutes. La première qui est sous le bure, ayant une direction connue avec la méridienne, le plan

fera levé. Lorsqu'il y a plusieurs bures, on levera le plan supérieur avec le cadran & le graphometre.

VII. Tracer une ligne droite sur un terrain inégal & incliné à l'horizon.

Fig. 12, pl. II, de Weidler, XI de l'Encyclopédie. ON y procède par des jallons ou la pomme en forme d'équerre d'arpenteur; cette dernière façon est très-commode.

VIII. Tracer une ligne droite à travers un terrain impraticable, ou plutôt trouver les deux extrémités & la direction à chaque extrémité de la ligne que l'on suppose traverser le terrain.

Fig. 13, pl. XI, de Weidler, IX de l'Encyclopédie. CETTE huitième question rentre dans la précédente, parce qu'il est à supposer que le plan a été levé avec soin, & qu'il est facile de tracer la ligne sur ce plan, & de la fixer par des mesures.

IX. X. Trouver la situation, c'est-à-dire, la direction & le pendage de la veine. Ce problème concernant la direction, & celui concernant l'inclinaison de la veine, forment les 14 & 15^e problèmes de la *Géométrie souterraine* de Weidler. Nous leur substituons ici une méthode particulière, insérée dans les Mémoires de l'académie de Suede, année 1747, tome VIII, page 149.

PROPOSITION I. Trouver la direction & le pendage des veines de charbon de terre, par le moyen de trois ouvertures pratiquées en forme de triangle, sur une couche de ce minéral.

RÉSOLUTION I. Prenez la dimension de l'ouverture B b, qui est la plus élevée, fig. 2, pl. XXXII, & notez exactement de combien les deux autres ouvertures A i, & C 2, sont plus basses.

Mesurez la distance horizontale de la plus profonde ouverture C 2 à la moins profonde B b: comme la différence entre la plus profonde ouverture C 2 avec son élévation c 2, & l'ouverture la moins profonde B b, est à la distance b c, entre l'ouverture B b, & C 2; ainsi est la différence exacte entre l'ouverture de profondeur moyenne A, avec son élévation a 1, & l'ouverture la moins profonde B b, à une étendue f b, qu'on prend de b, sur la ligne b c, & les ouvertures B b & C c. Une ligne tirée de l'ouverture la moins profonde B b, en f, montre l'élévation de la couche, & une perpendiculaire sur la même ligne donne à connaître la pente de la couche.

DÉMONSTRATION. Soit A B C la superficie d'une couche de charbon que l'on regarde ici comme un plan incliné; soient B b, A 1, & C 2, trois ouvertures creusées perpendiculairement sur la couche (a): posez

(a) Il faut ajouter dans la figure, au sommet de l'angle c a, la lettre b, correspondante à B; placer 1 sous a, & 2 sous c.

qu'en creusant on ait trouvé que l'ouverture Cc était la plus profonde, & celle de Bb la moins profonde : soient ai & $c2$ les différences des profondeurs d'avec celle de l'ouverture Bb , qu'on suppose être la moins profonde : tirez une ligne exacte par les points ab & bc , pour former les lignes ab & bc qui doivent être horizontales : par B tirez-en une autre BL , parallèle de la ligne ab , & une autre BK , qui soit parallèle avec bc : posez que la ligne af montre l'élévation de la couche : faites descendre du point f une perpendiculaire fG , sur la ligne BK , & continuez-la jusqu'en F , où elle rencontre la couche : tirez des points L & A des lignes LG & AF , qui soient parallèles avec la ligne af .

Les triangles BKC & BGF étant semblables, on trouve $CK : BK :: GF : BG$; or CK étant égal à Cc — bB , BK doit être égal à bc . GF , ou LA égal à Aa — bB & BG , ou bf est la distance du point f de l'ouverture Bb ; par cette raison, si l'on connaît la différence entre l'ouverture la plus profonde $C2$, avec sa dimension, & la moins profonde Bb , la distance bc entre ces deux ouvertures est la différence exacte entre l'ouverture de la moindre profondeur ai , avec sa dimension $a1$, & l'ouverture moins profonde Bb ; on trouvera de même la longueur bf , tirée d'une ligne de a en f , ou entre l'ouverture de la moindre profondeur Aa , & le point f montrera ainsi l'élévation de la couche.

Une couche de charbon étant regardée ici comme un plan incliné, il s'ensuit qu'une ligne perpendiculaire tirée de a en f , doit donner la hauteur de l'élévation & la profondeur de la couche, & l'on jugera que l'élévation doit être nécessairement du côté où est l'ouverture la moins profonde Bb , & qu'au contraire l'abaissement doit être du côté de l'ouverture la plus profonde Cc .

COROLLAIRE I. Si les ouvertures $A1$, $C2$ & Bb , sont d'une profondeur égale, il s'ensuit que la veine est horizontale.

COROLLAIRE II. S'il n'y a que deux ouvertures qui soient de profondeur égale, alors la ligne qui est entr'elles dénote la direction de la veine; & la troisième ouverture, qu'elle soit plus ou moins profonde, donne à connaître vers quel côté la veine s'élève ou descend.

SCHOLIE. Il faut bien prendre garde que les couches qu'on a rencontrées aux ouvertures Bb , $A1$ & $C2$ soient d'une même teneur; car si l'on y observait une différence bien forte, ce serait une marque que la veine & les couches auraient subi quelque interruption, & alors on ne pourrait plus se fier à ce calcul; mais il faudrait que dans les champs on pratiquât tant d'ouvertures à différens endroits, jusqu'à ce qu'on en eût trouvé trois où les couches fussent d'une même qualité & teneur : ce qui ne sera pas difficile à trouver dans un terrain inégal.

PROPQ-

PROPOSITION II. Trouver les degrés de l'angle que forme la pente d'une veine de charbon, sa direction étant trouvée par la proposition précédente.

RÉSOLUTION & DÉMONSTRATION. Mesurez la ligne af , & vous trouverez la longueur de la perpendiculaire bg : car les trois côtés du triangle abf sont connus, & AL étant égal à $Aa - Bb$, on connaît aussi comment le sinus total est à la tangente pour l'angle ABN , qui donne le degré de la principale pente de la veine.

XI. Application des principes établis à un cas particulier, cu opérations qui doivent se faire à la surface du terrain, pour la résolution de la plupart des problèmes.

Fig. 15 de l'Encyclopédie; 20 de Weidler, pl. IV. Ligne qu'il faut mesurer à travers des plans inclinés. 10. Soit AB , fig. 9, pl. XXXI de la seconde partie, la ligne qu'il faut mesurer, à laquelle on ne peut arriver que par des détours ou des plans inclinés AC , BC .

On place en A l'*astrolabe*, & on observe l'à-plomb AC qu'il faut tenir pour parvenir en C ; ce qui constitue l'observateur en deux opérations.

L'une consiste à prendre la hauteur du point C , & l'angle qui forme ce plan avec la *bouffole* ou la *méridienne*.

2°. On mesure aussi avec la *perche* l'hypoténuse de ce plan incliné AC .

3°. On fait les mêmes opérations que ci-dessus pour la ligne CB ; savoir, pour la hauteur ou l'abaissement du point B & sa longueur & direction avec la *méridienne*.

APPLICATION. On part de A ; on a mesuré la hauteur de C avec la ligne horizontale, ce qui donne l'angle de hauteur CAD ; on connaît aussi l'angle NAD avec la *méridienne*; & parce que AC a été mesuré à la *perche*, on la réduira à la base AD .

On place l'instrument, c'est-à-dire, l'*astrolabe*, en C , & on prend l'angle de hauteur PCF , en supposant que CF soit la ligne horizontale, de même que l'angle que forment les plans verticaux BCF & ACD ; on mesure aussi BC à la *perche*, ce qui la réduira à l'horizontale CF , ou son égale DE , & on conclut l'angle compris, soit par la *bouffole*, soit par la *méridienne*.

Le plan étant ainsi fixé à l'aide des lignes horizontales AD & CF , qu'on aura calculées, le point B sera déterminé, & sa hauteur au-dessus de A sera égale aux lignes de hauteur CD & BF , parce qu'on a toujours été en montant. (Ce serait la différence, si l'une des galeries avait été en montant, & l'autre en descendant.)

On fait donc combien A est plus bas que B ; on fait encore, par les lignes horizontales & par la *méridienne*, à quelle direction de l'horizon

ou de la *bouffole* il faut tirer la ligne AB ; & puisque l'on connaît les lignes AC & BC , & l'angle compris ACB , ou plutôt ADE , on aura la longueur AB .

EXEMPLE. Soit la ligne AB , *fig. 10*, qu'il s'agit de mesurer à l'aide des deux lignes ou galeries très-inclinées AC , BC , par où l'on peut communiquer de A en B .

A l'aide du niveau de l'*astrolabe*, je cherche la valeur de la ligne horizontale AD , savoir, par le niveau en mesurant, *fig. 11*, les lignes de niveau $2, 1, 1, 3, d, c$; qui sont égales aux lignes parallèles AE , EF , FD ; c'est-à-dire, leur somme à la ligne AD : par l'*astrolabe*, je regarde avec les *pinnules* combien le point C est élevé relativement au point A , ce qui se pratique en visant du haut d'un piquet placé en A , à une bougie placée sur un second piquet de pareille hauteur, placé en C , & je mesure la ligne inclinée AC .

CALCUL. Soit la ligne AC , *fig. 10*, de 47 pieds, & l'angle d'élévation CAD de 17 degrés, on fera le sinus total, c'est-à-dire,

le rayon AC : Sinus A : CD .

Cofinus A : AD .

Logarithme de AC ou 47 pieds. $1.6720979.$. . $1.6720979.$

Sinus de $A = 17$ degrés 0. $9.4659353.$ Cof. $99805963.$

$1.1380332.$ $1.6526942.$

Donc CD fera 13.74 pieds.

ou de 13 pieds $8\frac{7}{8}$ pouces.

Donc AD fera 44.94 pieds, ou de 44 pieds, 11 $\frac{1}{2}$ pouces.

On peut suppléer aux calculs précédens, avec la règle logarithmique de Gunter, en portant une pointe du compas sur le logarithme de 90, & l'autre pointe sur le logarithme de AC de 47, qui est donné par l'échelle des nombres.

La même ouverture portée depuis le sinus logarithme de 17 degrés, & pareillement de 73 degrés, qui est son complément ou cosinus de A , donnera sur l'échelle des nombres, les 4^{es} termes 13, 7 & 44, 9 qu'on cherche.

Règle particulière pour convertir les décimales (a) en pouces.

100: 74:: 12 pouces 2 R^l. 8 pouc. 88 & 1000: 945 pouc. 12 R^l. 11, 34 pouc.

74 | 945

12 | 12

148 | 1890

74 | 945

888 | 11, 340

On peut opérer ainsi sans calcul sur l'échelle logarithmique des nombres. Prenez la distance de 100 à 74, & portez la même ouverture du compas depuis 12 pouces jusqu'à ce que l'autre pointe vous indique $8\frac{7}{8}$ pouces.

(a) On appelle *décimale* tout ce qui est à droite par-delà la virgule, & ce sont des dixièmes, s'il n'y a qu'un chiffre; des centièmes, s'il y en a deux, &c.

Soit maintenant le point B plus bas que le point C de la quantité BF : ce que l'on aura trouvé par le niveau, de même que la longueur de la ligne horizontale CF. Si au défaut du *niveau*, on se sert de l'*astrolabe* qui donne l'abaissement de 5 degrés, on mesurera CB, que je suppose de 53 pieds, & on calculera l'horizontale CF, & la hauteur BF.

Calcul.

Le sinus total ou rayon : CB :: sinus FCB : BF,
 son cosinus. . . : FC.
 Logarit. de CB = 53 pieds 1. 7242759. 17242759.
 Sinus de BCF 5 degrés 8. 9402950. 11. 7226201.
 10. 6645719. donc FC, 52 pieds 80
 ou de 52 pieds 9 pouces, $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$.
 donc BF, 4 pieds 62, ou de 4 pieds 7 pouces & demi, ou un tiers.

Examen des hauteurs.

C est plus élevé que A de 13,74 pieds. } différence 9 pieds, 12.
 B est plus abaissé que C de 4,62. }
 Ainsi le point B se trouve plus haut que le point A de 9 pieds 1 pouce $\frac{1}{2}$.
 Voyez fig. 10.

Ainsi, puisque le point B est encore plus haut que le point A de la quantité BE = 9 pieds, 12, je prolonge la ligne verticale BF jusqu'en E, afin de fixer le point E dans le plan horizontal qui passe par A, & je mesure l'angle ACB, que forment les plans verticaux ACD & BFC. Soit cet angle de 43 degrés.

Calcul de AE. On connaît les deux côtés AD & DE, ou son égal CF, & l'angle formé par les deux plans verticaux, ADE.

Analogie.

Le côté AD = 44 pieds, 947.
 est au côté DE = 52, 800. . . 11. 7226339.
 1. 6526942.
 Ainsi la tangente 45.
 10. 0699397. . . 49 deg. 36 min.
 A la tangente du 4^e terme. restant 4 36
 Ensuite la tangente de 45'.
 Est à la tang. du reste 4^e. 36'. log. 8. 9055697.
 Ainsi la tang. de la $\frac{1}{2}$ somme des angles inconnus 68 d. 30° 10. 4046025.
 A la tang. de leur $\frac{1}{2}$ différence. 11 d. 33' 19. 5101722.
 Le plus grand angle. 80° 3'
 Petit angle. 56° 57'
 K ij

XII. *Déterminer le tems à employer pour remonter un puits dans une mine où il y a un second puits.* Une mine a deux puits d'extraction : un de ces puits se trouve avoir 500 pieds de profondeur ; l'autre est de 640 pieds plus profond : 540 secondes, c'est-à-dire, 9 minutes sont employées à remonter le puits le plus profond, à l'aide des chevaux & de la machine à moulettes. On demande combien il faudrait de tems pour remonter pareillement le puits de 500 pieds.

Je dispose ma règle comme il suit :

640 pieds : 540 secondes. : : 500 pieds à 422 secondes 4^e terme, ou 7 min. 2 secondes. Je passe sur l'échelle des logarithmes des nombres, l'une des pointes du compas sur 640, & l'autre pointe en arrière sur 540 ; avec cette ouverture que je porte de même en arrière du logarithme de 500, je trouve que la même ouverture du compas indique par son autre pointe 422 $\frac{1}{2}$ secondes, ou 7' 22", de tems.

Soit un triangle rectangle, formé, par exemple, par l'im de ces puits, dont l'ouverture ou base du triangle fera 12 pieds, & l'autre côté égal à 500 pieds ; on demande sous quel angle cette ouverture parait d'en-bas, on fera : Comme 500 : 12 :: rayon : à un 4^e terme qui fera la tangente de l'angle que l'on cherche ; je porte la pointe du compas sur l'échelle des nombres, savoir sur 500, & l'autre pointe en arrière sur 12 : ensuite sur l'échelle logarithmique des tangentes, je place l'une des pointes sur la tangente de 45 degrés ; je trouve qu'elle est égale au rayon ; & la même ouverture du compas portée en arrière, indiquera la tangente 1^o 22' $\frac{1}{2}$ requise : ou bien selon la proportion alterne, au lieu de prendre de 50 à 12, par l'échelle des nombres, & de porter la pointe du compas en arrière, conformément à la première opération sur la tangente 45^o, afin que l'autre pointe indique 1^o 22' $\frac{1}{2}$ en arrière, il faudra porter en avant & obliquement sur cette échelle, depuis le nombre 500 jusqu'à la tangente de 45^o, &c. Le même intervalle porté aussi en avant depuis 12, au commencement de cette échelle des nombres, donnera avec la même obliquité sur celle des tangentes 1^o 22' $\frac{1}{2}$ tout au plus. Cette dernière pratique est plus commode, en ce que la proportion alterne ne requiert pas d'aussi grandes ouvertures de compas que l'autre.

XIII. *Calculer combien il reste à fouiller un puits en profondeur, pour rencontrer le niveau d'un canal ou de l'arcine commencée au pied de la montagne.* Il s'agit, ou de mesurer un espace qui n'est pas encore percé, & qui est situé entre le puits & l'entrée de l'arcine ; ou de faire cette opération entre la bouche du puits & l'aqueduc, jusqu'à l'endroit de ce canal qui est percé sous le puits ; on en fin de mesurer un espace entre ces deux points donnés. Voyez fig. 1, pl. XXXII, de la seconde partie.

Si la fouille de l'arcine n'est pas avancée jusqu'au pied du buré, ou si le buré n'est pas assez profond pour que le canal y communique, il reste

un espace à fouiller dans chaque extrémité de l'une & de l'autre de ces deux fouilles. Que ce soit dans l'un ou dans l'autre cas, voici comme Agricola décrit la manière de procéder : le mesureur fixe dans les galeries ou dans les *arènes*, les termes des superbesies, de la même manière que le maître des mines marque en-dehors sur la superficie les termes des routes souterraines. Alors il faut mesurer le petit triangle, afin d'estimer par lui le grand angle, & être sur-tout attentif dans cette opération à ne pas s'écarter de la vraie mesure ; car la moindre négligence en commençant, entraîne de très-grandes erreurs en finissant.

Comme les puits, attendu leurs différences entr'eux, ne s'enfoncent pas de même en profondeur, comme aussi les montagnes & les collines ne se terminent pas de la même manière en plaine ou en vallée, on fait plusieurs triangles. Si le puits est droit, il exige un triangle *ortogone*, c'est-à-dire, à angle égal, lequel, selon l'inégalité de la déclivité de la montagne, a ou deux côtés égaux, & est appelé triangle *isocèle*, ou trois côtés inégaux, & est nommé *scalene* ; car dans un triangle de ce genre, il ne peut y avoir trois côtés égaux.

Si le puits marche obliquement, & est creusé sur une seule & même veine dans laquelle on pousse le canal, il se fait de même un triangle à angle *rectangle*, lequel, selon la différence d'égalité dans la dévexité de la montagne, a aussi deux côtés égaux, & trois côtés inégaux.

Quand ce puits étant oblique, se trouve creusé sur une autre veine, & une galerie sur un autre filon, il en résulte un triangle à angle obtus, ou dont tous les angles sont aigus ; le premier nommé *obtusangle*, le second appelé *acutangle* : ni celui à angle obtus, ni celui à angle aigu, ne peuvent avoir trois côtés égaux, mais selon la différence de déclivité de la montagne, deux côtés égaux ou trois côtés inégaux. Celui dont tous les angles sont aigus a, selon la différence de la déclivité de la montagne, ou trois côtés égaux, ce qu'on appelle *équilateral*, ou deux côtés égaux, ou trois côtés inégaux, ce qu'on nomme triangle *isocèle* & *scalene*.

L'art du mesureur devient alors nécessaire, & voici comment il procède. Aux côtés du bure on place un appui A, si les poutres du hangard ne permettent point d'y établir une perche en travers ; on fait ensuite descendre dans le bure ou puits une corde D attachée au haut de la perche, & chargée d'un poids ; alors le mesureur tend une seconde corde F H, attachée à la tête de la première corde le long de la pente de la montagne seulement jusqu'à l'entrée de l'aqueduc I, & l'assujettit en terre au point G : puis de la même perche il fait partir parallèlement à la première corde D H, une troisième corde K, chargée aussi d'un poids L, de manière qu'elle vienne couper l'autre corde F H, qui descend obliquement. Ensuite, de cet endroit où la troisième corde K coupe la corde F H, qui descend obliquement à

l'entrée du canal, il commence à mesurer vers le haut la partie de cette corde F, qui descend obliquement & qui va en H jusqu'à la tête de la première corde D, & il en ôte cette première mesure M. Ensuite, en recommençant par l'endroit où la troisième corde K partage l'autre corde, il mesure droit du côté du premier espace qui est entre elle & la partie opposée de la première corde D; il figure ainsi le triangle, & annote de même cette seconde mesure N.

Alors, si le cas le requiert, il mesure vers le haut l'angle de la première corde, produit par cette seconde mesure, jusqu'à la tête de l'angle; ce qui lui fait une troisième mesure, qu'il annote. Au surplus, lorsque le puits est enfoncé obliquement ou perpendiculairement sur la même veine dans laquelle on pousse l'aqueduc, il est nécessaire que la mesure de la première corde réponde d'équerre en longueur à la tête supérieure de la troisième corde qui touche la seconde. Ainsi, autant on trouve les premières mesures dans une corde entière descendante obliquement, autant les secondes mesures indiquent l'intervalle qui est entre la bouche de l'aqueduc & le puits creusé à la même profondeur; il en faut faire autant au troisième intervalle qui se trouve situé entre la bouche du puits & le sol de l'aqueduc.

Quand sur quelque montagne la plaine est égalisée, le mesureur mesure d'abord la plaine par la même méthode; ensuite vers le pied de la plaine, il établit son appui, & juge par son triangle la partie déclive de la montagne; & au nombre de toises & de pieds par lesquels se manifeste la longueur de cette pente, il ajoute les toises de la longueur de la plaine; & comme la pente de la montagne se relève quelquefois, la corde F ne peut descendre du puits à l'œil du canal I, ou au contraire la corde ne peut descendre de l'entrée du canal jusqu'au puits, & ne peut atteindre cet endroit. Le mesureur alors mesure la montagne afin d'avoir un triangle juste, & vers le bas, de haut en bas, il place sous la première partie de la corde une perche longue d'une toise, tantôt d'une demi-toise, & ensuite la toise entière: il ajoute ensuite aux angles une ligne droite qui lui est nécessaire pour établir son triangle.

XIV. Manière de tracer les concessions de mines.

La fig. 1 de l'Encyclopédie, relative à ce titre (a), représente des personnages occupés à marquer sur le terrain, par des alignemens tracés sur la superficie, & par des pieux placés à certaines distances, les mesures du terrain de la concession. Quelques-uns de ces personnages tiennent à la main la baguette divinatoire (b), ce qui supposerait quelque utilité dans ce moyen

(a) Minéralogie, septième collection, *filons & travaux de mines*, pl. III.

(b) *Virgula divina*, baguette divine ou mercuriale, verge métallophique.

dont les partisans sont obligés de rapporter les phénomènes à la physique occulte. Nous devons ici, & c'est à quoi nous nous bornerons, prévenir le lecteur que les mineurs expérimentés ne font nul cas de cette pratique: un savant Anglais (a) ajoute seulement à ce sujet, qu'ils prétendent néanmoins que lorsque la mine est ouverte, il est possible avec la *baguette divinatoire*, de trouver jusqu'où la veine s'étend: c'est le point unique qui reste à constater par l'observation. (b)

ARTICLE II.

Considérations préliminaires sur les fouilles de charbon de terre à entreprendre en grand.

218. L'EXTRACTION du charbon de terre en France, se fait ou par les habitants pour leur usage particulier sur leur propre sol ou sur d'autres terrains qu'ils tiennent à ferme des propriétaires, ou par le propriétaire qui fait extraire lui-même à ses frais & dépens. Ces extractions de peu de conséquence chacune en particulier, ne comportent aucun art, aucun appareil remarquable: elles se réduisent aux simples manœuvres des terrassiers. Les exploitations en grand, telles qu'il serait à désirer qu'il y en eût au moins une dans chaque province où il y a des mines de charbon de terre, ne peuvent se faire que par plusieurs personnes réunies ensemble de gré à gré, & de concert avec les *maîtres des très-fonds* (c), pour mettre les frais en com-

(a) M. Glandwill, *Transact. philosoph.* ann. 1668, n^o. 39.

(b) La figure 11 de cette même pl. XXXII, est celle que nous avons promise d'ajouter pour la démonstration de la latitude de Liege, par une analogie des angles faits au centre des cadrans par la ligne de midi & les lignes horaires. Le pôle du monde est P; le pôle du vertical occidental de 20 degrés est π ; l'angle C est droit, puisque le cercle passant par P & P, se trouve aussi passer par les pôles opposés π du plan vertical déclinant de 20 degrés.

En prenant la déclinaison du plan 29 deg. & la latitude du lieu 50 deg. 39 min. on fera

Le rayon 9.8021276.

Le rayon 9.9729858.

A: Cofin. latitude 19.7751134.

: : Cofin. de la déclinaison du plan :

: au Sin. de la hauteur du pôle, sur le plan 36 deg. 34 min. $\frac{1}{2}$

Le volume de l'académie des sciences de l'année 1707, renferme aussi cette solution dans un mémoire de M. de Clapiès, de la société royale des sciences de Montpellier, sur les analogies pour les angles faits au centre des cadrans solaires. démontrées par l'analyse des triangles rectilignes.

(c) Avant l'époque des concessions obtenues par les seigneurs de la Rocque, de Roberval, Grippon, de S. Julien, Vidal, de Bellefaigues, sous les regnes de Henri II, de François II, & de Charles IX, les propriétaires des terrains de mines étaient désignés sous le nom de *maîtres des très-fonds* & des mines.

mun, partager de même les pertes & les bénéfices, chacun selon les parts qu'ils ont apportées dans la société. Dans quelques pays étrangers, notamment en Saxe & en Suède, ces compagnies pour les mines n'ont, pour ainsi dire, que l'embaras de ramasser les fonds pour l'entreprise, & celui d'exécuter les travaux. Du reste, le gouvernement, par le ministère d'un conseil de mine & de deux espèces d'intendans, guide ces sociétés, soit pour les ouvrages, soit pour les clauses & conventions, qui par les réglemens sont fixés entre les actionnaires.

219. LE *berg-meistre* (a), président du conseil, & dont la première fonction est de donner une permission qu'il ne peut refuser, dirige toutes les opérations en vertu de sa charge. Le *juré* du canton (b), inspecteur des travaux, dirige dès le premier instant, par ses conseils, l'entrepreneur. Ces deux officiers publics veillent non-seulement à toutes les opérations des mines, mais encore aident de leurs conseils & de leurs instructions dans les assemblées, les associés, ainsi que celui qui a l'administration de la mine.

220. LORSQUE quelqu'un veut se procurer des actionnaires, (c) le premier officier, ou le juré du canton, s'il y en a un, doit fournir à l'entrepreneur un détail précis sur la nature de la mine, un devis des avances à faire en commençant, en un mot tout ce qui peut instruire sûrement ceux qui seraient dans l'intention de s'associer dans l'affaire, de la valeur de la mine, & des frais à faire pour les ouvrages. Les entrepreneurs, les directeurs, les actionnaires, sont conséquemment dispensés d'avoir par eux-mêmes beaucoup de connaissances : le gouvernement veille à la fois, & à ce que toutes les mesures soient bien prises, & à ce qu'elles soient suivies avec intelligence.

221. L'ÉTRANGER a pour les mines des loix expresses, des réglemens, des ordonnances (d), un tribunal particulier (e), un juge pour les affaires (f), un contrôleur sermenté, nommé en latin *antigraphus*, *antigraphicus* (g), &c. Il n'en est pas de même en France : les ordonnances, arrêts & réglemens sur le fait des mines & minéraux, ne paraissent avoir eu jusqu'à présent que deux objets en vue, l'encouragement à ces travaux, & l'administration civile & politique de ces établissemens, relativement au recouvrement & à la conservation du droit de dixième, exercé sur les mines par nos premiers rois. Les difficultés, les obstacles attachés à la nature de ces ouvrages dans leur exécution, ne sont pas applanies, & deviennent sans cesse pour les entrepreneurs

(a) Maître, directeur des mines.

(b) Berg-Schreiber, *G. juratus aëluarius metallicus*.

(c) *Berggenofft*, G. qui a part dans les mines.

(d) Ce droit s'appelle en allemand *Berg-*

recht, *Bergordnung*.

(e) Berg-Amt, Berggericht, G. Berg-Sting. *Su.*

(f) *Bergrichter*, G.

(g) Berg Schreiber. G. *Scriba partium*. Agric.

& leurs associés, des sinjets réels d'inquiétude, de découragement & de pertes considérables sans résultat.

222. Les compagnies composées ordinairement de concessionnaires presque toujours fort étrangers à l'objet qu'ils entreprennent, & tout aussi peu instruits dans l'art de l'exploitation que les propriétaires auxquels ils sont subrogés pour le droit de fouille; ces compagnies de concessionnaires, ainsi que les autres, sont entièrement abandonnées à elles-mêmes dans le choix des moyens à employer pour ces travaux. Des directeurs, des préposés, qu'elles se sont choisis comme elles ont pu, conduisent les opérations à leur gré. A la vérité, le règlement provisoire de 1744 sur les mines de charbon, par les articles 3, 4, 5, 6, 7, 8 & 9, impose aux entrepreneurs les principales règles de construction des puits, des galeries, des percemens; mais où sont les garans de la docilité des entrepreneurs à s'y conformer? Ayant à conduire sous terre des ouvrages qui ne sont point sujets à visite d'office, & que personne n'éclaire ni ne recrée en cas de besoin, ne conservent-ils pas bien pleinement la liberté de s'écarter selon leurs vues, leurs idées, de ce qui leur est prescrit par un arrêt du conseil? La négligence, l'ignorance, le prétexte d'économie, qui ne peut être que mal entendu s'il n'est pas dirigé par des connaissances nettes & précises, doivent la plupart du temps rendre la loi le jouet d'interprétations arbitraires. Ce qu'il y a de certain, c'est que le plus grand nombre de ces compagnies par privilège (& les autres seraient dans le cas, par les mêmes raisons de manque d'instructions) n'ont pas répondu à ce que le ministre en attendait pour une exploitation utile, & pour fournir abondamment à la consommation.

223. La plupart de ceux qui obtiennent un privilège exclusif de travailler une ou plusieurs mines, n'envisagent absolument, comme le remarquait feu M. Hellot (a), qu'un moyen de faire promptement fortune. Ils s'occupent uniquement de tout ce qui tend à cet objet; ils finissent souvent, si cela n'a pas été d'abord leur intention en sollicitant la concession, par soustraire de leur privilège avec d'autres compagnies. C'est donc en vain, tant que les choses resteront dans cet état, qu'on se flattera de voir réussir des exploitations en grand, ou tant que dans ces associations l'on n'apportera point de lumières suffisantes, une confiance à l'épreuve des accidens qui surviennent, des fonds nécessaires pour fournir aux dépenses, qui excèdent quelquefois de beaucoup celles sur lesquelles on avait compté. En un mot, une compagnie dont les chefs n'ont pas pris auparavant une infinité de précautions, doit s'attendre à être ruinée dans un travail qui aurait pu réussir à des entrepreneurs éclairés, intelligens & économes. L'expérience conf-

(a) De la fonte des mines, des fonderies, &c. traduit de l'allemand de Christophe André Schluter, page ix de la préface,

tante que l'on a en France du défaut de succès du plus grand nombre de ces compagnies, l'exemple de vigilance que nous donne l'étranger sur les différentes parties des opérations & de l'administration des mines, dicte tout naturellement l'espece de remède à apporter à la fréquence de nos entreprises infructueuses; on voit qu'il est indispensable que l'entrepreneur ait pris par avance une idée des approvisionnement & établissemens à faire pour une exploitation en grand. Il est également à souhaiter que les directeurs ou préposés aient sous les yeux une suite de renseignemens particuliers sur des parties de dépenses & d'administration générale, pour former un plan accommodé au local & aux différentes circonstances qui en dépendent. Nous allons essayer, pour ces deux articles, de tracer une ébauche dont il sera possible à un entrepreneur & à un directeur intelligens de tirer parti.

224. Nous occupant des intérêts de ceux qui veulent entreprendre des fouilles de mines, nous ne perdrons point de vue les personnes qui se trouveraient dans le cas de placer de l'argent dans ces entreprises: nous les mettrons à même, par des observations essentielles, de se décider avec le moins d'incertitude possible, à entrer dans ces sortes de sociétés; & c'est par eux que nous commencerons ce second article. On doit sentir que notre intention n'est pas de traiter à fond aucun de ces objets; nous voulons simplement révéler la prudence des entrepreneurs & des actionnaires, qui souvent s'exposent par ignorance à des pertes qu'ils auraient pu éviter. Le Journal économique a publié sur cela deux instructions sommaires (a). Les détails particuliers dans lesquels nous allons entrer ne ressemblent en rien à ce que ce journal renferme sur cette matière. Ils seront néanmoins suffisans pour mettre sur la voie, & fournir des vues dont le développement deviendra aisé aux personnes qui se trouveront dans le cas d'y avoir recours.

Parere ou avis & conseils sur les sociétés pour les entreprises de mines.

225. Si l'on se trompe en cherchant du charbon de terre où il n'y en a point, il est évident que la dépense se tourne en pure perte, & devient entièrement ruineuse, d'autant plus qu'on s'opiniâtre très-souvent par une sorte d'entêtement; auquel l'orgueil & la mauvaise foi ont autant de part que le desir de trouver à se dédommager. Le fait que nous avons eu occasion de rapporter ailleurs, les réflexions dont nous l'avons accompagné, les éclaircissemens que nous avons donnés sur les substances combustibles fautes à induire en erreur, montrent assez à combien de surprises différentes on peut être exposé dans les associations de mines, & jusqu'à quel point

(a) Réflexions sur les moyens de découvrir les mines, & les précautions qu'on doit observer en les ouvrant, & sur les avantages qui en résultent. *M. is de janvier 1751*,

page 112. Réflexions sur ce qui est principalement requis pour exploiter les mines avec succès. *Mois de février 1752*, page 149, tiré des Avis économiques d'Allemagne.

on doit être sur ses gardes, quand ces associations ont lieu pour une mine de charbon que l'on vient de découvrir nouvellement.

226. Ce n'est pas le tout de s'être mis à l'abri de toute espèce de méprise ou de fourberie sur la réalité de la découverte; quiconque a dessein d'entrer en société pour une mine en plein rapport, ne se tient pas quitte des examens nécessaires pour placer ses fonds avec connaissance de cause. Il serait avantageux de prendre des idées précises sur cette matière, & (si l'on ne peut absolument se transporter sur les lieux) de se procurer un plan ichnographique & un plan orthographique de la mine. Nous n'entendons point parler de plan ni de profil en dessin figuré, dont nous avons fait mention pour les opérations de géométrie souterraine. A cette manière toujours incomplète, même en matière contentieuse, & qui est naturellement très-défectueuse, par l'impossibilité de représenter la consistance, la qualité des terres ou des pierres, d'où néanmoins on est à même d'inférer le plus ou moins de dépenses qu'entraînera cette première fouille, on peut substituer celle que je me suis réservé de faire connaître à sa vraie place: je suis dans l'usage de m'en servir, soit pour me former le tableau de la composition d'une mine que je visite, soit pour obtenir en entier & bien exactement des informations & éclaircissements sur tous les points d'une mine que je ne puis aller visiter moi-même. Cette manière consiste à dresser une table, dont je donne ici le modèle, suivi d'une explication pour faciliter l'intelligence de son arrangement.

227. A ce tableau, qui présente dans tous les points la connaissance physique de la mine, j'en ajoute ordinairement un second, relatif à cette même mine, ou telle autre qu'on voudra, mais supposée en plein rapport, & considérée alors d'une manière générale sous les différens aspects que présente ce travail exécuté en grand ou en petit, comme l'exploitation en elle-même, l'administration, le produit & le commerce de la mine. Ce tableau, auquel l'ordre de sa construction sert de première explication, sera placé ici à la suite du premier, dont il est une sorte de dépendance; nous indiquerons l'usage que doit en faire une personne qui veut placer des fonds dans ces entreprises. Nous le développerons davantage pour la partie de l'administration, par une espèce de résumé en forme de journal d'exploitation, en faveur des directeurs ou entrepreneurs, auxquels il importe d'avoir sous leurs yeux un état clair & distinct des ouvriers employés aux travaux, soit intérieurs, soit extérieurs, de l'extraction journalière, & des dépenses, pour comparer les frais d'exploitation & d'administration avec le débit. Cet état, tel qu'il est, pourrait aussi servir de mémorial pour les différens objets qui sont dans le cas d'être soumis à une inspection, & qui forment la matière des procès-verbaux de descentes & de visites. Ces actes sont en beaucoup

de circonstances la base des procédures & des jugemens ; il est par conséquent très-important de n'y rien oublier. Nous terminerons ce que nous avons à dire sur la jurisprudence des mines , par désigner , article par article , les points qui peuvent former la substance de ces rapports juridiques.

DESCRIPTION ichnographique de la mine ou carrière de charbon , nommée . . .

Découverte depuis . . .

Appartenante à . . . Exploitée par . . . Privilège . . .

Située dans la province de . . . généralité de . . .

Près la montagne de . . .

A la distance de $\left\{ \begin{array}{l} \text{lieue du village de} \\ \text{lieue de la rivière de} \\ \text{lieue du grand chemin de} \end{array} \right. . . . \text{à} . . .$

Etendue ou superficie . . . en masse ou par veines.

Bandes, lits ou couches de terres, pierres, charbons sous la terre franche.

ORDRE DE POSITION.

Couches.	Epaisseur.	Epa. moy.	Dénom.	Nature.	Circonstance.
	Pieds. Poud.	Pi. Pou.			
1				Argilleuse.	Coquilles.
2				Glaifeuse.	Marcaiss. Pyrit. Brouillages.
3				Sable.	Matrons.
4				Craie.	Eaux.
5				Roc.	Fentes.
6				Toit.	Pierres schiff. Empr. ordin. extraordin.
7				Vaine.	Direct. Saut. Inclin. Crains. Régul. Nature. Irrégulière.
8				Sol.	
9					
10					
11				Toit.	
12				Vaine.	
13	Combien de veines au-dessous ?			Sol.	

DESCRIPTION orthographique de la carrière considérée en exploitation, découverte depuis

Forêt, carrière, endroits d'où se tirent les bois, pierres,

briques ou terres à briques, nécessaires aux travaux.

Après, équipages portatifs

PUITS D'AIRAGE.	PUITS A POMPES.	PUITS D'EXTRACTION.	PERCEMENT ou galerie de pied.
Construction.	Profondeur.	Forme.	Usage simple.
Profondeur.	Machine.	Profondeur.	Pour l'écoulement des eaux.
	Hydraulique.	Revêtement.	Pour le travail de la mine.
		Force des bois.	Assemblage.
		Portée des madriers.	Longueur.
			Pente.

TRAVAUX SOUTERRAINS.

OUVRAGES DES VEINES SUPÉRIEURES.	PUITS.	OUVRAGES DES VEINES INFÉRIEURES.
Galerie principale.	De communication des ouvrages supérieurs aux veines inférieures.	Comme pour ceux des veines supérieures.
Étendue.	Leur nombre.	
Direction.	Leur profondeur.	
Pente.		
Piles de soutien.		
Rameaux.		
Distributions.		
Étendue.		
Piliers d'étoi.		
Leur construction.		
Entrepôt de chargeages.		

O U T I L S , U S T E N S I L E S .

Pour les travaux, pour les eaux.

M É T É O R E S .

E A U X .	V A P E U R .
Leur qualité.	Suffocante.
Quantité.	
Décharge.	Inflammable.
Principal puitsard.	
Réservoirs.	
Cuvelage.	

U S A G E S , P R O C È S .

TRAVAILLEURS DANS L'INTÉRIEUR.	EMPLOYÉS AU JOUR.
Nombre.	Nombre.
Paie à la journée.	Fonctions.
à la tâche.	Gages.
Maladies.	

C H A R B O N S.

N O M S.	Leur prix au pied de la mine.	TRANSPORT A L'EMBARQUEMENT.
Couleur.	Extraction journalière.	Par voitures.
Especes, bitumineuse, Pyriteuse.	annuelle.	A dos de cheval.
Qualité.		Distance.
Consistance.		Nature des chemins.
Pefanteur.		
Ufage.		

P R I X A U P O R T.

C O M M E R C E. D É B O U C H É.

E X P O R T A T I O N P A R E A U.

Charge & tenue des bateaux.

Frais de navigation.

Droits locaux.

228. D A N S la premiere table, les différentes couches dont la mine peut être compofée, font exprimées par l'efpace intermédiaire de fimples traits linéaires, tirés en longueur dans une direction horizontale; elles font numérotées dans l'ordre de leur pofition, à compter depuis la fuperficie jufqu'à la profondeur, terminée par le bas de la table. Ces lignes horizontales font partagées en hauteur, par des lignes perpendiculaires qui forment différentes colonnes: chaque colonne porte en tête l'indication des circonftances à ajouter en note dans chaque cafe ou chaque carré, fur chaque bande terreufe, fur chaque couche pierreuse, fur chaque veine, fuppofées renfermées dans les entre-lignes, efpaçées fuffifamment pour y écrire les annotations. En tête de ce tableau, font indiqués, pour y être ajoutés, le nom de la mine, du lieu le plus prochain, celui de la province où elle eft fituée, de la riviere, de la ville, des grands chemins les plus voifins. Ces circonftances, felon qu'elles font plus ou moins favorables, rendent l'entreprise de la mine d'une conféquence toute différente; il fera aifé de juger combien cette efpece de plan eft fupérieur au defsin orthographique, par les détails dont il eft fufceptible, pour tous les points relatifs à l'entiere connoiffance d'une mine que l'on veut décrire fommairement, & cependant complètement, ou d'une autre mine fur laquelle on veut fe procurer, fans s'y transporter foi-même, tous les renfeignemens. En envoyant fur les lieux un de ces états tout dreflé, il ne refte plus qu'à remplir, conformément à l'intitulé de chaque colonne, les carrés ou vuides formés par les lignes horizontales, pour chaque couche ou bande à laquelle ils fe rapportent. Cette table renferme encore un avantage confidérable, quant à l'épailleur des différentes couches qui compofent le mafif de la montagne dont on veut connoître l'organisation: il n'eft pas toujours particable, même

à l'aide d'une échelle, de marquer cette dimension inégale dans une même couche; au moyen des deux colonnes établies pour annoter les différentes épaisseurs, on est dispensé de l'embarras d'une échelle.

229. LA seconde est également commode pour voir d'un coup-d'œil la richesse de la mine, les facilités ou les difficultés qui peuvent lui être particulières pour les travaux, à raison, soit des eaux, soit des irrégularités dans les veines, soit de l'air, &c. la manière dont la carrière est exploitée en grand & en petit, pour connaître, en un mot, la mine dans toutes ses circonstances. Son produit sera facile à juger, par ce qu'il en coûte pour les différentes opérations : nous avons donné quelques exemples de cette dépense courante, sur la mine de Bleisay en Ecosse, sur la mine de feu M. le vicomte des Androuins, à Charleroy; il ne reste qu'à comparer ces frais avec l'extraction journalière. Nous nous sommes attachés aussi à la faire connaître dans quelques mines. Afin d'achever néanmoins de mettre cet article plus généralement à la portée du commun de nos lecteurs, nous allons placer ici, pour une petite exploitation, une supputation qui rendra sensible le bénéfice du particulier exploitant seul la mine.

230. JE prends la houillière de feu M. le vicomte des Androuins, quant aux frais qu'elle comportait en 1742. En supposant que le charbon qui coûtoit 5 sols le quintal, eût pu être vendu constamment 3 sols le cent pesant; deux ateliers doubles, tirant par jour 150 milliers ou 1500 quintaux, pourraient produire la somme portée ci . . . 225 liv.

d'où déduisant pour le prix des ateliers à

32 liv. 15 sols l'un portant l'autre . . . 131

il resterait . . . 94

Et quand on compterait les frais par jour à . . . 20

il résulterait de profit clair par jour. . . 74

231. CES deux tableaux, tels qu'on les présente *pages 84 & 85*, quels qu'ils puissent être, ne signifieraient encore rien pour une personne que nous supposons n'avoir que peu ou point d'idée sur l'objet, & qui toujours ne cherche qu'à s'intéresser dans une affaire qu'elle croit bonne. Un moyen bien simple acheverait de suppléer au défaut de lumières; il consisterait à faire mettre ces deux tableaux lorsqu'ils auraient été renvoyés de dessus les lieux, à quelqu'un au fait de cette matière. Un connaisseur n'aurait pas de peine à distinguer les avantages & les désavantages de la mine, de son exploitation, &c.

232. APRÈS avoir pris sur ce que l'on pourrait appeler la chose même, toutes les connaissances possibles, il est d'autres considérations préalables à faire, & non moins sérieuses.

233. LA compagnie à laquelle on veut s'affocier, doit fixer d'abord l'attention ; ou bien c'est un propriétaire qui, pour subvenir à la dépense ou à la continuation de ses travaux, se trouve nécessité de partager pendant quelque tems ses bénéfices, avec un ou plusieurs associés : alors tout git dans le traité à passer entre les parties, & dans un mûr examen des conventions : nous en dirons un mot à sa place. La chose est d'une plus grande importance & bien plus délicate, lorsque cette compagnie est exploitante par privilege, ou sous-traitante de cette première.

234. Le règlement pour l'exploitation de ces mines, l'histoire que nous avons donnée des exploitations dans différentes provinces de France, ont fourni l'occasion toute naturelle de considérer ces privileges quant au point de droit de propriété ou de domaine des maîtres de très-fonds, & de relever les abus qu'entraînent ordinairement, ou ces concessions, ou les compagnies qui les exercent.

235. Ces abus qu'il n'est pas possible de dissimuler, se représentent ici de nouveau sous un autre point de vue, auquel on ne s'attend pas, & sous lequel ils n'ont encore été considérés par personne. En en retraçant ici un aperçu très-abrégé, mon but n'est pas de m'appesantir sur tous les torts de ces compagnies. Je me propose d'en faire envisager les suites aux personnes qui veulent s'intéresser dans ces entreprises, leur faire voir que, si elles ne veulent pas être trompées dans leur attente, ces abus ne méritent pas moins de leur part les plus sérieuses réflexions ; indiquer, en un mot, les précautions à prendre lorsque l'on veut s'intéresser dans les mines. Ces privileges doivent absolument être regardés comme des titres de rigueur, il faut nécessairement les restreindre dans la signification naturelle des termes qui les expriment ; c'est une maxime incontestable.

236. RAREMENT ces compagnies sont bien attentives sur les engagements auxquels elles se sont soumises, ou d'exploiter plus avantageusement que les propriétaires, ou de procurer l'abondance, le bon marché & la supériorité de qualité. Il arrive bien plus ordinairement que les concessionnaires négligeant entièrement de choisir le charbon qu'ils mettent en vente, ne font qu'une médiocre extraction aux dépens même de leur travail ; & que par vue d'intérêt, ou par défaut de soin dans l'extraction, ou par manque de s'attacher de bons ouvriers, ils altèrent leur charbon. Cette remarque a été faite dans quantité d'endroits, & M. Voglie a fait ce reproche aux compagnies des mines d'Anjou.

237. ON a pu remarquer dans le courant de mon ouvrage, combien de concessionnaires se trouvent en défaut sur toutes les clauses de leur privilege. Si l'on approfondit de bonne-foi & sans partialité les reproches qu'encourent plusieurs compagnies ; si l'on veut suivre pas à pas la marche
tenue

tendue par quelques-unes, pour se maintenir contre les réclamations des maîtres des très-fonds, on ne sera point étonné de cette chaîne successive de soulèvemens survenus à l'occasion de ces privilèges dans divers cantons, où le charbon est souvent le principal produit des habitans, que l'exercice du privilège réduit dès-lors nécessairement à l'indigence. Or, dès que les concessionnaires méfurent de leur privilège, qui souvent est déjà contraire & au règlement de 1744, & aux droits inviolables des maîtres de très-fonds, on sent que cette concession devient nulle, qu'elle peut & doit d'un instant à l'autre être révoquée.

238. Ces abus devant inmanquablement retomber sur la compagnie qui en est le principe, sont, par conséquent, préjudiciables à l'affaire même. Les opérations continuellement dérangées, troublées, ralenties, interrompues par les oppositions des maîtres des très-fonds, ou par l'animosité d'une contrée entière, deviennent plus coûteuses; l'extraction devient moins abondante, & par une suite inévitable, les capitaux fournis par les intérêts courent des risques perpétuels. Ces risques sont encore bien plus grands, si de la concession il résulte des dommages, des déprédations, si le privilège entraîne après lui le monopole, toutes sortes d'excès; car alors ce sont de vrais délits publics, dont les loix civiles & politiques exigent la suppression. Il est donc de la prudence de prendre soi-même, & de faire prendre par quelqu'un éclairé principalement dans les opérations de mines, une communication réfléchie du titre en vertu duquel la compagnie exerce la concession.

239. IL s'agit de s'assurer, & cela n'est pas difficile, s'il n'y a pas eu surprise dans l'obtention du privilège; de peser l'exposition des motifs sur lesquels elle porte, pour voir s'ils ne sont pas illusoire; s'il y a eu manque de vérité ou d'exactitude dans les allégations présentées au conseil pour l'obtenir; si en un mot le privilège est bien en règle, octroyé par édit, déclaration, chartre, lettres-patentes, arrêt du conseil, & revêtu de formes légales, (a) qui donnent seules la force de loi à ces grâces du souverain, & qui assurent aux compagnies dont nous parlons, utiles dans quelques circonstances, la pleine jouissance du droit de fouiller dans le terrain d'autrui.

240. CELA ne suffit pas encore, on doit examiner si la compagnie satisfait aux conditions du privilège. Se rend-elle coupable de quelque contra-

(a) La déclaration du 24 janvier 1673, qui règle la forme de l'enregistrement des lettres-patentes, suppose que celles qu'on expédie sous le nom & au profit des particuliers, sont susceptibles d'oppositions,

Tome XVII.

qui ont un effet suspensif, & que les cours peuvent, en recevant les oppositions, ordonner qu'avant d'y faire droit, elles seront communiquées aux parties.

vention formelle ? l'affaire ne doit plus être regardée que comme une source de procès avec les propriétaires, peut-être même avec une province. Le privilège auquel on veut avoir part, reconnu décidément hors de toute espèce d'atteinte & de réclamation, soit par la régularité de son titre, soit par la régularité de la conduite des concessionnaires, il reste à examiner si l'affaire est de nature à pouvoir se soutenir. On peut à cet égard fonder son jugement & son raisonnement sur plusieurs points : 1°. la teneur du privilège dans les circonstances ; 2°. la manière dont la compagnie est composée, soit quant à sa forme, soit quant à la qualité de ceux qui la composent ; 3°. la situation de la mine, qui peut quelquefois être si défavorable par son éloignement des principaux matériaux, comme bois, pierres, &c. ou d'une rivière navigable, qu'alors elle ne mérite pas d'être exploitée.

241. NOUS ne parlerons ici que des deux premières considérations, relatives à la concession même ; les circonstances dépendantes de la situation de la mine, seront traitées à part, lorsque nous en serons à développer les différentes parties de l'exploitation. Pour que la concession puisse réussir, il faut qu'elle porte sur une étendue suffisante de terrain, & qu'elle soit donnée de même pour un espace de tems convenable ; il faut que la compagnie soit seule dans la province, & de plus protégée ou accréditée par le ministère ; que ceux qui la forment soient connus.

242. UNE société qui exerce un privilège auquel on reconnaît toutes les conditions que nous venons d'exposer, peut se livrer à une entreprise en grand, & ne pas appréhender les dépenses : en craignant d'en faire, on ne fera rien de bien, même avec une riche mine ; il n'appartient d'être timide à cet égard, & de n'oser faire des avances, qu'à une compagnie qui a sujet d'être inquiète sur la validité de la permission qu'elle a obtenue. C'est à ces circonstances réunies que l'on doit attribuer les heureux succès de la concession dont a joui le feu vicomte des Androuins (a), auquel le Hainaut a

(a) Nous ne pouvons trop répéter qu'en faisant dans toutes les occasions l'éloge de cette concession, à laquelle il n'y a rien à reprocher, nous ne croyons point du tout que l'on puisse en tirer d'argument en faveur de ces privilèges ; nous avons eu soin de faire remarquer la différence qui distingue cette concession d'avec celles contre lesquelles nous nous sommes souvent élevés, obtenues sur des terrains que les propriétaires faisaient valoir de leur mieux. Nous pensons même que, loin d'en arguer

en faveur des concessions quelconques, il serait bien plus vraisemblable de s'en servir contre les privilèges. Mon idée sur cela ne sera pas difficile à saisir, quand on saura que par un arrêt du 9 juillet 1720, le roi, dans la vue de faciliter l'entreprise de M. des Androuins, accorda une gratification de 35000 liv. sur le trésor royal, avec une prorogation du privilège pour quatre années ; que par un autre arrêt du 23 mai 1721, Sa Majesté ordonna la délivrance de 200 pieds de chêne, pour couvrir les fûts &

des obligations considérables. L'acte de société forme un dernier point d'examen, & non moins intéressant. Le plan général doit tendre à assurer invariablement la plus grande économie dans toutes les parties de l'administration, de manière que les premiers fonds ne s'épuisent pas avant qu'on soit parvenu à tirer du bénéfice, & que l'on évite néanmoins une trop grande épargne qui, dans plusieurs circonstances de ces entreprises, peut devenir tout aussi dangereuse. Ce contrat doit exclure rigoureusement la multiplicité des régisseurs, ou premiers préposés, & établir la plus grande subordination entr'eux & les employés en sous-ordre; ces derniers ne peuvent être observés de trop près dans leurs manœuvres: c'est la seule manière de se garantir, ou de leur ignorance, ou de leur mauvaise foi, ou de leur négligence. Enfin tous les articles de ce contrat doivent assurer sans équivoques, dans les termes & dans le fond, les droits & les bénéfices de chacun des associés.

Spéculations principales relatives à l'administration d'une mine.

Des loix & de la procédure sur le fait des mines; caractères essentiels qui conviennent à cette jurisprudence; remarques sur celle qui est établie au pays de Liege.

243. ON a vu combien les travaux de mines exposent à des procès, soit entre les associés, soit entre les maîtres des trèfonds & les entrepreneurs: c'est sur-tout dans les entreprises de mines en vertu de privilège, que le ressentiment des propriétaires doit éclater sans relâche, & engager des querelles, des disputes toujours coûteuses. La procédure fait par conséquent un point capital de l'administration; ce serait y manquer dans un article essentiel, que de ne pas s'occuper des moyens de rendre les procès rares & de courte durée, d'obvier principalement à leur influence sur l'activité,

étayer les ouvrages: tels sont les avantages qui, à l'honneur du ministère, seconderont l'habileté de M. des Androuins, & lui attacheront ses associés. Les propriétaires ne sont-ils pas de droit dans le cas de toute espèce de préférence? Qu'on les invite à se réunir ensemble pour leur intérêt commun, qu'on leur accorde le don ou la diminution du dixième royal, les exemptions de tutelle & curatelle, les franchises des tailles & autres subside, la permission de prendre des bois, & tous les autres en-

couragemens tombés dans l'oubli avec l'ancien règlement: on conviendra que toute la protection souvenue, dont le gouvernement honora à juste titre l'entreprise & la persévérance du comte des Androuins, sera bien mieux placée vis-à-vis des propriétaires, & qu'alors on parviendra à les amener à l'extraction régulière tant désirée par le gouvernement, tant promise par les concessionnaires; on avouera aussi que les choses seront plus dans l'ordre.

ou même sur la continuation de l'entreprise, par les nouvelles avances que pourraient quelquefois exiger de grandes contestations. Une compagnie prévoyante ne doit pas négliger d'avoir toujours en réserve une main pour subvenir aux frais de procédures : si l'on est assez heureux pour qu'elle ne soit pas employée, elle se trouve convertie en bénéfice.

244. POUR ce qui est de la manière de pourvoir aux circonstances propres à éviter un procès, ou à celles dans lesquelles on ne peut l'éviter, il serait utile d'intéresser dans l'affaire quelqu'un versé dans la jurisprudence, qui eût même exercé la profession d'avocat ; il conviendrait de le choisir dans la juridiction la plus voisine de l'endroit où est située la mine, & qu'il fût tenu [à la condition expresse de perdre son droit à la part qu'on lui donne dans l'affaire] de fréquenter les différens travaux, soit intérieurs, soit extérieurs, afin de connaître directement & précisément la nature des objets particuliers, sujets à matière de contestations ; de pouvoir être en même tems le conseiller & le défenseur de la compagnie ; accommoder les différends dans leur naissance, instruire régulièrement les juges de ce qui fait l'objet des procès. Cet associé, dont on n'a encore eu aucune idée, & qui voudra s'appliquer à remplir l'engagement qu'il contractera, n'aura pas seulement l'avantage de rendre service aux compagnies exploitantes dans les affaires litigieuses ; la notoriété de science appuyée sur une sorte d'expérience résultante de l'habitude à voir les opérations de mines, ne peut manquer de lui mériter une déférence honorable, tant de la part des experts qui pourraient être, ou nommés d'office, ou convenus entre les parties, ou même de la part des intendans & autres commissaires qu'il est d'usage de départir dans ces occasions ; & cet associé se trouvera souvent en état de leur donner des lumières. Il est inutile d'observer que pour cela il aura soin de s'instruire autant qu'il le pourra des coutumes & des réglemens relatifs à cet objet en pays étrangers, d'en faire une étude réfléchie & comparée.

245. Les différentes constitutions établies dans les pays où les travaux de mines sont en vigueur (a), rapprochées avec discernement les unes des autres, sont les sources uniques dans lesquelles il faut aller puiser un plan de jurisprudence. La collection que j'ai faite d'un grand nombre de ces réglemens, destinée à être ajoutée à la traduction de Weidler (b), abrégée

(a) Les constitutions de l'académie des mines de Freyberg en Saxe, du conseil pour les mines à Weitin, de la chambre des mines à Halles, & de Vienne en Autriche, du college des mines de Pétersbourg & de Suede ; ce qui est dans Agricola sur les articles relatifs à cet objet, lib. V, ne doit pas être négligé, non plus que l'ouvrage de

Hornius, s'il est possible de se le procurer, & qui a pour titre : *Gasparis Heint. Hornii J. C. & antecessoris Wirthergenfis, de libro metallico, qui antigraphus Bezen-Busch dicitur schediasma juridicum.* Wirtemb. ann. M. DCC. VI. in-4°, 108 pages.

(b) Sous le titre : *Bibliothèque des constitutions sur le fait des mines dans plu-*

gera ce travail, fera par la suite du tems une compilation d'un très-grand secours, pour préparer les dispositions des ordonnances & des réglemens qui nous manquent sur cette matiere, & en former un code civil, politique & économique sur les mines.

246. CETTE partie qui devait composer une cinquieme section de l'art d'exploiter les carrieres de charbon, je l'en ai retranchée, comme ayant un rapport plus direct aux mines métalliques; elle renferme quelques mémoires choisis sur plusieurs sujets détachés, relatifs à la jurisprudence métallique; de ce nombre entr'autres est celui que j'ai annoncé ailleurs, touchant les *concessions*; ces privileges y sont examinés d'une maniere absolument neuve, & propre à faciliter le jugement qu'on doit en porter: tout ce que l'on peut alléguer en faveur des concessions, est exposé sans aucun déguisement; ce que l'on peut objecter contre ces privileges est de même détaillé à part: je discute ensuite la question à fond; & les argumens que j'établis sont absolument contraires, sinon à ces privileges en eux-mêmes, du moins au plus grand nombre. J'ai aussi fait usage dans ce supplément, de fragmens empruntés de l'étranger, entr'autres d'un ouvrage de M. Charles-Frédéric Zimmermann (a) en allemand. J'en ai tiré un mémoire, dont la connaissance m'a paru intéressante; c'est la relation du procès qui s'est élevé touchant les marches souterraines entre les 7, 8, 9 & 10^e concessions, au canton de Hoenhbirk, dans le district de Freyberg, d'une part, & les établissemens des mines de Spath, d'une autre part.

247. CE que j'ai recueilli dans la seconde partie, le réglemant du Limbourg, & principalement celui du pays de Liege, que j'ai rapporté en entier, peuvent suffire pour fournir à l'homme en place des idées de réforme, de police, ou d'économie, applicables à nos exploitations. Toute personne instruite dans la jurisprudence, sait que ce n'est pas uniquement dans la connaissance des termes des loix que consiste la science de ces loix, mais dans le jugement nécessaire à en connaître la force & l'étendue. La philosophie dans laquelle toutes les loix, leur sens, leur extension, leur restriction, ont leur premiere source, le raisonnement & les principes de droit, faciliteront l'interprétation d'une loi qui quelquefois peut n'être propre qu'au pays où elle a lieu, ou d'une autre qui n'est pas assez claire, & dans laquelle il faut quelquefois pénétrer l'esprit & l'intention du légis-

lateur; paragraphe suivi d'un code du commerce du charbon de terre en France.

(a) *Académie des mines de haute-Saxe*; ou Examen des sciences qui ont rapport aux mines, selon leurs principes fondamentaux, avec une esquisse de leurs connexions;

le tout éclairci par des relations historiques, par des examens circonstanciés, des observations physiques, des essais chimiques & mécaniques, accompagnés de remarques publiées en plusieurs traités séparés, in-4^o, 1746.

lateur. Ces secours aideront à tirer des unes ou des autres des conséquences justes & qui ne soient pas forcées.

248. EN continuant ici de me montrer partisan de la législation observée au pays de Liege, il ne m'est pas possible, sans me rendre suspect d'altération ou de manque d'égards, de paraître ignorer que sur ce point je ne me trouve pas d'accord avec un auteur à la mémoire duquel je suis attaché par le double motif de l'amitié qui nous unissait, & de l'estime due à ses talens, à ses ouvrages & à ses qualités personnelles.

249. LES personnes qui ont vu l'ouvrage de feu M. Jars, publié en 1774 (a), se seront sans doute aperçu qu'il reproche à la jurisprudence de Liege plusieurs défauts, entr'autres *les procédures trop dispendieuses*. Dans une matière également étrangère à M. Jars & à moi, nous serions l'un & l'autre très-excusables de nous être trompés; pour ce qui est de moi, je n'éprouverais nulle répugnance à en faire ingénument l'aveu, si cela était nécessaire. Plus d'une personne pourrait peut-être encore regarder la contrariété de nos sentimens sur cet objet, comme chose assez indifférente; je crois néanmoins pouvoir la considérer tout autrement, & devoir justifier ici mon sentiment particulier. Ce n'est pas, au reste, pour le faire prévaloir sur celui de M. Jars; je prétends encore moins faire une apologie officieuse de la législation Liégeoise: ce serait me livrer à une digression tout-à-fait déplacée: le détail dans lequel je vais entrer en écartera toute idée; il aura aussi l'avantage de mettre le lecteur en état de juger, non-seulement de cette législation en faveur de laquelle j'ai cru pouvoir raisonnablement le prévenir, mais encore de toutes les autres constitutions de cette espèce qui pourront venir à sa connaissance. Pour cela j'établirai d'abord l'idée que je me suis formée de ce qui doit constituer essentiellement la base de la jurisprudence des mines; je chercherai ensuite à éclaircir les deux points difficiles qui ont autorisé M. Jars dans le jugement qu'il a porté sur celle de Liege.

250. SANS prétendre m'ériger en commentateur, ni en jurisconsulte, il me semble que tout ce que l'on peut demander en général dans un règlement de l'espèce dont il s'agit, doit se réduire aux points & articles suivans. 1°. Que les formalités & délais de la justice soient le plus prompts que faire se peut, sans étouffer le bon droit. 2°. Qu'il y ait des règles certaines & uniformes pour le faire connaître, sans dépendre du caprice des juges. 3°. Que dans l'ordre de la procédure, les parties aient suffisamment le tems de se défendre, & de se procurer les éclaircissemens dont elles ont besoin. 4°. Enfin qu'il n'y ait rien d'inutile & d'abusif dans la procédure.

(a) Voyages métallurgiques, ou recherches & observations sur les mines & forges de fer, la fabrication de l'acier, celle du fer-blanc, & plusieurs mines de charbon de

terre, faites depuis l'année 1757 jusques & compris 1769, en Allemagne, Suede, Norwege, Angleterre & Ecosse, &c. avec figures. Lyon, in-4°, page 284.

251. LES formes suivies à Liege par la cour du charbonnage, satisfont pleinement, si je ne me trompe, à ces conditions : elles sont aussi expéditives qu'elles doivent l'être ; les intérêts des propriétaires, des entrepreneurs, des associés, sont réglés & balancés par l'équité ; on y aperçoit cet esprit d'uniformité qui semble être le véritable caractère des loix ; tout y est marqué du sceau de cette philosophie qui, prenant sa source dans la nature, est l'ame & la véritable source de la jurisprudence : tout, à mon avis, y est fondé sur la raison & sur la constitution nationale. Il est à remarquer au surplus, que dans ce pays il n'en coûte pas, pour plaider en matière de houillerie, plus que pour toute autre ; je présume de plus, que feu M. Jars n'avait pas assez fait attention à une circonstance qui peut entrer pour beaucoup dans le fait.

252. LES points contentieux dépendent le plus souvent du local sous terre ; pour le reconnaître & juger de ce qui est en litige, il est indispensable de recourir à une descente d'experts dans les ouvrages : ces visites qui sont très-fréquentes, ne peuvent manquer d'être dispendieuses.

253. M. Jars, pages 185 & 378, attribue un grand inconvénient à l'article de la coutume, en vertu duquel celui qui, en exploitant sa mine, *affaïnit* les ouvrages de son voisin, n'a droit de prétendre autre chose qu'un remerciement. Il est important, pour l'éclaircissement qui va suivre, d'observer que les causes & les motifs des loix ne peuvent se découvrir que par l'histoire du pays. Ce secours est plus d'une fois indispensable, tant pour expliquer que pour concilier des loix dont quelques-unes sont obscures, dont d'autres paraissent ou se contredire ou même être injustes ; de manière que la parfaite connaissance des loix d'un pays est intimement liée avec l'histoire de ce même pays. Il n'est personne qui ne convienne de cette vérité. Quand une loi semble blesser les principes d'équité, il n'est point naturel de présumer qu'elle soit injuste dans le fond ; le législateur n'a certainement pu avoir cette intention. Si, par quelque erreur ou quelque mal-entendu de sa part, la loi présentait dans les termes un sens absolument opposé à la justice, elle ne serait point conservée : comment donc alors interpréter cette loi, & en fixer l'application ? Aulu-Gelle, interrogé par un jurisconsulte sur un point qui concernait les aborigènes, & qu'Aulu-Gelle ne comprenait point non plus, répondit très-judicieusement, qu'il saurait l'expliquer, s'il connaissait le droit des aborigènes.

254. C'EST précisément un cas semblable dont il s'agit ici. L'article critiqué par feu M. Jars, tient de même à l'histoire des principes généraux du gouvernement de l'état de Liege. Sa constitution est républicaine. Le premier titre de la franchise du pays, est que le pauvre homme est roi dans sa chaumière. Il n'est peut-être aucun pays, où tout ce qui tient à cette constitution fondamentale, soit observé aussi strictement. Excepté dans les cas d'ex-

trême nécessité, la législation n'admet aucune dépendance de particulier à particulier, ne connaît de raison qui puisse être obligatoire au préjudice de la liberté ou de la propriété d'un citoyen. Nous avons fait connaître ailleurs, jusqu'à quel point ces deux privilèges, qui dans tous les états où l'on suit les règles de la raison sont directement sous la protection des loix, se trouvent respectés & maintenus à Liege; avec quelle intelligence la constitution libre est sous la sauve-garde du tribunal des vingt-deux, dont la procédure vive & publique arrête la violence, intimide le puissant qui voudrait opprimer le faible, &c. C'est sous ces auspices que celui qui a la propriété de son côté, est maître absolu en toute occasion. S'agit-il de veines *xhorrées*? le propriétaire impose la loi qui lui plaît, selon ses volontés. Un bure est-il abandonné par les maîtres de fosse? le propriétaire rentre dans tous ses droits, sans être tenu à aucunes formalités. En tout, sur les articles de propriété & de liberté, la maxime reçue généralement en matière de droit, *summum jus, summa injuria*, n'a pas lieu à Liege; la justice trop sévère & trop exacte n'est pas une injustice dans ce pays.

255. ABSTRACTION faite de cette particularité de la constitution de Liege, on n'aurait pas de peine à trouver en d'autres pays des circonstances de l'espèce qui fait le sujet de la réflexion de M. Jars, & dans lesquelles rien n'autorise de réclamation de la part de celui dont le travail & les dépenses ont procuré un avantage à son voisin. Rendons la chose sensible par un exemple. Pierre, voisin de Paul, se propose de construire un chemin pour arriver commodément chez lui, & qui doit passer tout près de l'habitation de Paul. Le chemin s'exécute à grands frais; Paul en profite: l'avantage devient commun à l'un & à l'autre. Les loix civiles n'assujettissent Paul à aucun devoir, à aucune charge ni redevance envers Pierre, qui a travaillé pour lui seul, qui n'a eu en vue que son utilité personnelle, & qui par-là est dédommagé de tous ses frais. C'est à lui, comme le dit M. Jars (a), à éviter, s'il le peut, de faire profiter son voisin des dépenses dans lesquelles il se constitue. Ce que demande M. Jars, ferait tout-à-fait opposé au principe du gouvernement, au génie du peuple Liégeois, à ses mœurs, à ses coutumes: ce ferait porter indirectement atteinte à cette liberté plénierie & tranquille de la jouissance & de la propriété du citoyen.

256. C'EST sur le même fondement que porte le droit de versage, contre lequel M. Jars a cru aussi devoir s'élever. L'usage du pays de Liege est de payer le double dommage que ce versage occasionne sur tous les fonds par où les eaux passent, jusqu'à ce qu'elles débouchent dans une rivière ou dans un ruisseau. M. Jars prétend que ce droit paraît injuste même aux gens de

(a) En parlant de la propriété des mines de charbon, inhérentes aux maîtres des terrains où elles se trouvent, page 372.

loi, vu que ce propriétaire ne contribue en rien aux frais. L'historien & les jurifconsultes, qui sont de cet avis, page 376 de son ouvrage, n'ont pas pris garde, je crois, qu'alors cette portion de superficie par laquelle l'eau tirée des mines prend son cours & son issue, rentre dans la classe de tout ce qui est compté parmi les dommages à payer au propriétaire; comme lorsqu'on paie une haie, un arbre, une plantation de houblon, &c. quoiqu'il n'ait fait non plus aucune dépense (a).

257. JE n'ai pas besoin de m'étendre davantage pour faire voir que les défauts qui peuvent se trouver dans la jurisprudence de Liege, touchant les houilleries, ne sont pas ceux que M. Jars a relevés. Occupé uniquement des recherches auxquelles il s'était consacré dès sa première jeunesse, on ne doit pas être surpris que ce savant, au milieu des fatigues attachées aux voyages qu'il entreprenait, n'ayant pas eu occasion de connaître l'esprit & les mœurs des différens pays qu'il visitait, ait été dans l'impossibilité de connaître la liaison de leurs usages avec leurs loix. S'il eût été à portée de le faire, ou s'il se fût arrêté un instant à cette réflexion, en l'appliquant aux doutes qu'il formait sur les articles que nous venons de discuter, il eût été moins frappé de la décision & des termes de la loi, que du motif de cette loi, dont il eût tiré une interprétation juste.

258. SUR ce qui tient à la partie contentieuse, il ne me reste plus qu'à donner l'*index* dont j'ai parlé, pour rappeler à l'idée les différens chefs sur lesquels peut porter l'inspection des experts, lors de leurs descentes dans les ouvrages souterrains. Les procès-verbaux usités en pareils cas, & dont nous avons rapporté des modèles au pays de Liege, font des relations par écrit de ce que les experts ont à remarquer, & de ce qui se passera dans leurs visites. Nous n'avons pas ici à nous occuper de la forme particulière qui convient à la rédaction de ces actes; c'est une affaire de style purement arbitraire, & que nous laissons aux gens du métier: nous nous en tenons à une vraie table des matières disposées dans l'ordre où elles se rencontrent en procédant à une visite. Ce moyen, tout simple qu'il est, est ce qu'il y a de plus commode pour aider & soulager la mémoire dans ces circonstances.

Rôle ou plan minuté pour procéder aux visites d'ouvrages souterrains.

259. LES différens points qui peuvent être la matière de ces inspections, & des actes qui en contiennent la relation, sont:

(a) Ce que remarque M. Jars, page 285, sur la méthode de laisser à chaque limite d'un terrain acquis, trois toises d'épaisseur en charbon de chaque côté, n'est ni de loi ni d'usage dans le pays de Liege; on y tra-

vaille tout le territoire dont on a la possession, soit par propriété héréditaire, soit par conquête, jusqu'à la ligne séparatoire, sans laisser un pouce d'intervalle.

1. Les fosses ou puits.

Pour examiner.

Leur nombre.

Leur destination pour les pompes ,
l'extraction ,
l'airage.

Leur profondeur.

Leur forme.

La nature des revêtissemens.

La force des bois , leur assemblage ,
leur calfatage.

La portée des madriers.

Les cuvelages.

Le principal puisard.

Le principal chargeage.

2. Les veines de charbon.

Pour en connaître l'allure ,
la direction ,
l'épaisseur ,
la consistance ,
l'irrégularité ,
la nature des crains.3. Les galeries , soit supérieures , soit
inférieures , dans les mines qu'on pour-
rait nommer à plusieurs étages , pour spé-
cifier la communication de ces galeries
supérieures & inférieures entr'elles , par
bouxways ou puits souterrains.

Leur longueur.

Leur direction.

Leurs branches ou rameaux.

Les piliers d'étaï.

Les dimensions de ces piliers.

Leurs distances entr'eux.

Leur construction.

Les chargeages.

Les hierchages.

Les décharges d'eau.

Les conduits d'airage.

4. Il est utile de déclarer l'étendue de
l'exploitation distinguée en profondeur
d'à-plomb ,

en longueur de galeries , &

le nombre des tourets.

5. Le cas exige souvent de terminer
le rapport par quelques observations
sur les changemens à faire , soit pour
l'économie , soit pour la perfection de
l'ouvrage , soit pour procurer la sûreté
de l'exploitation.260. L'ÉTAT que j'ai donné ailleurs , des ouvrages à Anzin & à Frè-
nes , dans l'année 1756 , celui des travaux suivis dans les mines d'Anjou ,
dressé par M. de Voglie. peuvent servir de modele pour les détails à expri-
mer , selon l'exigence des cas.*Tableau général des dépenses qu'exige un établissement de mine.*261. LA multiplicité des opérations successives & variées qu'entraîne la
fouille d'une carrière de charbon de terre , la quantité d'outils , d'ustensiles ,
de machines qu'elle exige , & que nous avons passés en revue , l'aperçu des
dépenses considérables à faire pour les travaux , pour les approvisionne-
mens , & pour tout ce qui tient à l'établissement , s'il s'agit de l'entreprise

dans son premier début ; tout cela montre l'indiscrétion qu'il y aurait de s'engager dans un établissement aussi compliqué, ou de former une compagnie pour ces travaux, sans avoir d'abord calculé avec attention les frais auxquels on doit ou on peut s'attendre. On ne peut qu'être exposé à des pertes considérables, ou bien à être sans cesse arrêté par le manque de fonds, si ce calcul est inexact ; & il ne manquera pas de l'être, à moins qu'il n'ait pour base un tableau général, aussi complet qu'il se peut, de tous les objets sur lesquels portent les frais d'une entreprise de cette nature, soit dans le premier instant, soit dans le cours de l'exploitation.

262. AFIN de ne rien laisser échapper de ce qui peut entrer en frais, on doit considérer trois différens tems dans cet établissement, & distinguer, relativement à chacun de ces trois états, les dépenses en trois especes ou trois classes : celles qui précèdent toute opération effective sur le terrain où l'on se propose de travailler ; celles qui sont uniquement relatives à la fouille, pour aller rencontrer la veine ; & celles qui ont cours lorsque l'exploitation fournit à la continuation de l'entreprise.

263. DANS le premier état de dépense, on doit comprendre l'acquisition des terrains sur lesquels on fait l'établissement, les droits à payer aux seigneurs & propriétaires, les dédommagemens dus aux particuliers, sur lesquels on fouille, ou sur le terrain desquels on établit quelque atelier. L'achat des chevaux nécessaires pour quelques travaux, comme de ceux destinés à faire agir la machine d'extraction, est, à la vérité, de la moindre conséquence, ces chevaux pouvant être avcugles, & préférables d'ailleurs à cause du bon marché.

264. LORSQUE l'on procède à l'enfoncement du bure, la dépense forme un second article distinct & très-important ; il est quelquefois tel qu'il ne peut être sujet au calcul, à cause des variations dépendantes de circonstances qu'il est impossible de prévoir, particulièrement dans un quartier qui n'a pas encore été fouillé pour du charbon de terre, & dont la nature est par conséquent inconnue.

265. D'APRÈS les descriptions du terrain de plusieurs pays, abstraction faite des incertitudes perpétuelles de réussir, ou de trouver le charbon, il est aisé de juger que l'abondance des eaux, les excavations au-dessus de leur niveau, l'instabilité du sol, forment autant d'écueils, les uns plus embarrassans que les autres ; le local seul peut quelquefois doubler ou tripler les difficultés & les dépenses de deux veines, par exemple, supposées d'une épaisseur égale & situées sous les rochers à une même profondeur dans le pays Montois, & à Anzin. La fouille & l'extraction dans l'une n'exige qu'un degré de force, tandis que dans l'autre il en faut 31, 42, jusqu'à

47, pour l'enlèvement des *couvertures* des charbons & des eaux. Ainsi, dans le cas où l'on réussit à surmonter les empêchemens, & où l'on n'est pas obligé d'abandonner des travaux très-avancés, les délais augmentés par les eaux, les forces à multiplier selon les circonstances, les obstacles plus ou moins difficiles, plus ou moins fréquens, plus ou moins aisés à prévenir, à écarter, augmentent les frais de manière que ce premier commencement d'ouvrages emporte en dépense un emploi de fonds considérables, dont la masse s'accumule en avançant ou même sans avancer dans les ouvrages, avant que l'on voie jour au succès de l'entreprise.

266. À la rencontre de la veine commence le *troisième tems* que nous avons distingué. Il faut alors s'occuper de donner à l'établissement sa dernière forme, construire des écuries, des hangars, des atteliers, des magasins; augmenter le nombre des chevaux, se pourvoir de nouveaux ustensiles, de nouveaux outils, s'approvisionner en fer, en bois, en pierre, en brique; augmenter les employés & les ouvriers, pour l'exécution des manœuvres, soit dans les ouvrages souterrains, soit dans les différens atteliers & magasins établis au voisinage de la mine. Toutes ces choses disposées, la dépense devient plus réglée, & consiste uniquement dans les réparations annuelles, la nourriture des chevaux, le ferrage, l'entretien des harnois, des voitures, les appointemens des régisseurs, directeurs, commis, ouvriers employés chaque jour, tant aux foïsses & aux souterrains, qu'aux différens atteliers destinés à la fabrique des machines, agrès & outils.

267. EN 1756, on comptait jusqu'à quinze cents ouvriers aux ouvrages de toutes les foïsses de Fresnes & d'Anzin, & cent quatre-vingt chevaux, dont le ferrage était évalué à 36 livres par an pour chaque cheval. Dans l'état de cette dépense se trouve aussi une somme de quatre-vingt-dix mille livres, que les entrepreneurs avaient payée dans cette même année 1756, depuis l'établissement des dixièmes & des vingtièmes, & celle de treize mille livres, dont ils étaient chargés alors par le dixième.

268. Si d'un côté les entreprises de mines ne sont couronnées par des succès, qu'autant qu'on a prévu d'avance toutes les difficultés de détail qui se rencontrent dans l'exécution, il en est de même pour l'établissement auquel il s'agit de procéder : quand on a reconnu une ou plusieurs veines, dont le travail sera profitable, l'exploitation avantageuse devient alors intimement liée avec le plan de régie, & il sera difficile à aiseoir, si l'on n'a pas d'abord pris la précaution de s'instruire de ce qui se pratique en plusieurs pays, sur les différentes ou principales parties qui composent cette administration, & relativement aux prix des journées. Ce ne sera que de cette manière que l'on pourra savoir à peu près, selon la différence du local, sur quoi tabler pour la tâche des ouvriers employés dans les ouvrages souterrains, soit ceux qui

détachent le charbon de la mine, soit ceux qui de proche en proche l'amenent au pied du burc, soit ceux qui aident aux manœuvres nécessaires pour le monter au jour. Il n'est pas moins intéressant, à l'aide de notices d'autres pays, d'être instruit du nombre de paniers ou de sacs que l'on peut enlever de la mine en une journée, de la quantité qui peut s'en exporter de la fosse au port de l'embarquement, &c.

269. A mesure que nous avons exposé l'histoire des manœuvres de l'exploitation, dans les quatre principaux endroits où nous avons décrit ces travaux, à Liege, en Angleterre, dans le Hainaut Autrichien, & dans plusieurs provinces de France, nous avons donné, lorsque cela nous a été possible, des notices sur quelques-uns de ces objets, & sur ce qui s'observe à l'égard des salaires d'ouvriers. Afin de faciliter de plus en plus les spéculations sur lesquelles on peut diriger un plan général de bonne administration, nous ajouterons ici quelques nouveaux détails sur ces différentes parties (a), en suivant le charbon depuis le premier moment qu'on le détache de la mine, jusqu'à celui où il est enlevé au jour, & emmagasiné au port de l'embarquement.

270. Dans la mine de charbon du roi Adolphe-Frédéric, autrement dit, de Boferup en Suede, dont nous avons décrit les substances, M. le baron de Hermelin, maître des mines, rapporte (b) que le salaire des ouvriers est à tant par tonne (c), sans y comprendre le montage au jour: il est ensuite différent selon que le travail se fait sur les *flappes*; en longueur, l'ouvrier est payé par brasse sur 6 à $\frac{3}{4}$ de hauteur & 10 de largeur, y compris la conduite jusqu'au chargeage: lorsqu'on est avancé dans la mine au-delà de 10 brasses, il y a une augmentation particulière. Dans les mines de Newcastle, les ouvriers sont payés, comme on l'a dit, par paniers de charbon, selon les endroits où ils travaillent. Dans la mine de Walser, un ouvrier en six ou sept heures de tems, détache depuis 15 jusqu'à 25, & même 30 paniers, le plus communément depuis 20 jusqu'à 25; chaque panier pesant environ 6 quintaux de 112 livres, c'est-à-dire, 672 livres.

271. Il est cependant d'autres provinces d'Angleterre, où le salaire se règle

(a) L'auteur de la traduction de Schluter observe qu'on exige ordinairement de ceux qui sollicitent des concessions de mines, qu'ils répondent à plusieurs questions, dont il donne l'énumération dans la préface, page xliij. Cet état, de demandes seulement, se rapporte pour les mines métalliques, à ce que nous exécutons ici réellement. Le cinquième mémoire de M. Zimmermann, sur un plan d'administration de mine, selon ses principales parties, aura

place dans notre *Bibliothèque des constitutions sur le fait des mines*.

(b) Remarques sur la mine de charbon de Boferup, & examen des autres charbons de terre de Scanie, troisième trimestre des Mémoires de l'Académie de Suede, année 1773, page 236.

(c) Mesure de 168 pintes, ce qui, à 24 pintes près, revient à notre muid de Paris.

sur les distances, & où le nombre de paniers varie. Au pays de Liege, selon M. Jars (a), on assigne à chaque xhaveur, 4 pieds de longueur, sur 3 pieds de profondeur, pour un quart de sa journée; il est obligé d'en faire quatre pareilles pour sa journée entière, qui lui est payée sur le pied de 16 à 17 fols de France. La maniere de régler le prix de la journée des mineurs à la toise, au quintal ou autrement, est assez difficile à déterminer. Si on règle le prix de la journée des ouvriers sur le nombre des mesures qui sortent de la mine, cela n'est pas sans inconvénient; l'ouvrier paresseux ou intéressé néglige ce que dicte la véritable économie, pour ne s'attacher qu'au moyen facile d'augmenter le prix de sa journée, par le nombre de ses mesures, en ne se chargeant point d'un travail pénible. Par exemple, afin de se procurer ce double avantage, l'ouvrier attaque le charbon dans l'endroit où il le trouve plus facile à se détacher, où la masse est moins dure: pour cela il sappe par les fondemens les piliers qui étaient les galeries, & fait écrouler le charbon: c'est cette manœuvre qui, dans les mines du Lyonnais, s'exprime par le terme, *faire foudroyer*: après ce *foudroyement*, l'ouvrier place des piliers de bois pour tenir lieu des massifs de charbon qu'il a renversés. Cette mauvaise manœuvre ne peut se réparer par des étais postiches, qui ne font jamais construits de maniere à faire un soutien égal, sur-tout après que toutes les masses voisines ont été plus ou moins ébranlées; ce qui fait qu'en venant à se détacher tôt ou tard, elles dérangent & troublent l'ordre successif des travaux.

272. M. de Tilly estime qu'il convient, autant qu'il est possible, de faire travailler le mineur à la tâche, c'est-à-dire, de lui donner un salaire déterminé par toise de charbon, lorsque la veine est régulière, ou par toise de roche, suivant la nature plus ou moins compacte de ces bancs de pierre. Il doit en être de même pour les enfans qui traînent le charbon; leur journée dans quelques provinces est évaluée ordinairement à quinze ou seize douzaines de paniers, quelquefois à vingt-quatre, selon le trajet qu'ils ont à parcourir. Il est bon de remarquer dans ces différences de salaires qui se donnent aux ouvriers en plusieurs pays, que l'on doit avoir égard à l'épaisseur des veines. Il est fort différent d'avoir à travailler & à traîner des charbons dans des veines qui ont en épaisseur la hauteur d'un homme ou davantage, comme il s'en trouve à Liege, ou dans des veines dont l'épaisseur oblige l'ouvrier d'être dans une posture plus ou moins gênée, comme dans la mine de Boserup, où elles n'ont que depuis un pied jusqu'à deux pieds & demi de *puissance*. (b) Le charbon amené au principal chargeage pour être enlevé au jour, & déchargé sur le pas du bure, devient nouvelle matière

(a) Page 302.

(b) G. Macgithet : ce terme, reçu en minéralogie, désigne la largeur & l'épaisseur d'un filon : on dit des couches puissantes.

à combinaisons, pour supputer ce qui peut en sortir de la houillière en une journée. La quantité qui peut s'enlever d'une mine en douze heures de tems, est relative à la profondeur du puits, & conséquemment à la machine établie sur l'œil du bure pour cette manœuvre. Avec le petit touret à bras ou vindas, deux hommes tirent chaque fois 70 livres pesant. Avec les petites machines à bras, dont les payfans se servent pour une profondeur de 20, 30 à 36 toises, on ne peut tirer à la fois que 150 ou 200, tout au plus 300 livres pesant, revenant à la charge d'un cheval. A la suite de chaque enlèvement, il ne laisse pas que d'y avoir certain tems perdu pour la besogne des trairettes au jour. On pourrait éviter ce coup de main, en fermant le bure avec deux battans, lorsque le panier est arrivé au jour; on pourrait encore, selon que le moulinet est épuisé au-dessus de l'œil du bure, glisser sur la bouche du puits une planche à roulettes.

273. DANS les houillères de conséquence, l'extraction journalière est évaluée à Liege à cinquante *traits* (a) par jour; chaque trait, selon la qualité de la houille, peut être estimé de 2500 à 2600 jusqu'à trois milliers, même encore au-delà, au dire des houilleurs de Liege. M. Jars pense que cela ne peut pas aller à plus de deux mille cinq cents: je reviendrai à cet article en parlant de la profondeur des bures. En admettant le nombre de cinquante traits par jour dans les houillères de Liege, il en résulterait qu'en cinquante voyages, qui se font en douze heures, l'extraction serait de 125000 livres, pour la moindre charge; de 130000, pour la moyenne; & de 150000, pour la charge de trois milliers. Ce résultat de cinquante traits par jour suppose au bure une profondeur telle qu'il y a quatre voyages par heure; ce qui serait beaucoup, même en mettant plus de quatre chevaux au hernaz. A Newcastle, l'extraction est évaluée en douze heures de tems à 89604 livres pesant.

274. LA dernière main-d'œuvre à donner au charbon, lorsqu'il est arrivé au pas du bure, est celle nécessaire pour l'emmagasiner près la rivière sur laquelle il doit être embarqué pour devenir objet de commerce en grand. Ce transport constitue un objet de dépense & de manutention particulière: la distance de la mine au port, la qualité du chemin qui conduit de l'un à l'autre, la manière dont cette exportation peut se faire, influent différemment sur le nombre de voyages que peuvent répéter dans une journée les bêtes de somme, ou les voitures dont on est à portée de se servir dans le canton où la mine est située; selon que le charbon se transporte au magasin à dos d'âne, comme à Brassac; à dos de mulet ou de cheval, comme à

(a) Ce mot exprime indifféremment les paniers, couffades & pellices; il est employé dans presque tous les rendages & se prises: on doit entendre par-là la charge que rapporte la couffade enlevée par la machine à chevaux.

Craufac, à Rivedegier; ou par voitures, auxquelles on attelle des bœufs, comme à Fims, ou des chevaux. Les charges exportées chaque fois dans l'espace d'une journée, emploient plus ou moins de tems à arriver au magasin; l'équipage de mine comporte en conséquence une différente augmentation de chevaux, de bœufs, de voitures, de voituriers.

275. ON n'a besoin ici que de ces indications générales, par rapport aux combinaisons auxquelles elles peuvent servir de base dans cette partie de l'administration d'une mine, en connaissant, soit le trait de chaque cheval, (a) soit le tems que des voitures chargées de charbon emploient dans d'autres endroits à faire le chemin de la mine au magasin. A Newcastle, par exemple, un seul cheval conduit de la mine au magasin, dans un chariot, sept chauxters, c'est-à-dire, cinq mille trois cents pesant de charbon. (b)

276. DEVANT bientôt traiter en particulier de la situation avantageuse d'un mine, je reviendrai sur les deux premières circonstances dont je viens de parler, savoir, la distance du puits d'extraction à l'embarquement, & la qualité du chemin de traverse, qui donneront matière à des réflexions intéressantes sur les voitures de transport & sur les routes.

Résumé pour servir de journal d'exploitation.

MOIS ET JOUR.	JOURNALIERS.	FERRURES.	EXTRACTION.		EN MA- GASIN.	VENTE.
	Dans les ouvra- ges souterrains.	Bois. Lumières.	Charbon de 1 ^{re} qualité.	Charbon de 2 ^e qualité.	Voitures.	Beines.
	Journaliers dans les ouvrages à la superficie.	Menus frais.	Toises cu- bes.	Toises cu- bes.	Charge.	Compor- tes. Voies.
	Appointemens des employés.					
	Voituriers. . . .					
	Chevaux. . . .					

(a) Le trait du cheval, ou ce qu'il peut tirer, est d'environ 175 livres, en faisant un pas & demi par seconde, ou $\frac{2}{3}$ de lieue en une heure.

(b) Le trait du bœuf est plus considérable; mais la lenteur de sa marche prend sur le tems du voyage.

Le

277. LE point de vue sous lequel nous considérons ici un établissement de mine, en faveur de ceux qui se disposent à en entreprendre, ou qui peuvent se trouver chargés de la direction d'une houillère supposée en train, conduit naturellement à tracer un tableau plus rapproché des différens agrès que comporte un établissement, & qui puisse servir de tableau de dépenses sur ce point : ceux qui composent à eux seuls des machines, seroit traités à part.

Equipage d'un atelier de mine, ou dénombrement des approvisionnemens nécessaires pour l'exploitation d'une carrière de charbon de terre.

278. FERS, sondes, fôrets, pics, marteaux, pelles, masses, &c. chaînes de fer, bandages pour lier les roues des voitures & les pieces de différentes machines. Quantité de légers ouvrages en fer, rappoinés, nommés proprement ferrailles, broches, crochets pour les machines & pour les cordes, pattes, agraffes pour lier les pieces des caisses & des tonneaux. Clous d'échelles, chevilles, écrous, clefs, crapaudines, viroles, vis, échelles de fer. Poudre à canon pour faire jouer la mine.

279. Charpenterie. Bois pour estafilions, pour cuvelages, d'après des mémoires de feu M. le vicomte des Androuins. Ces deux articles seuls, en 1750, pour les fossés de Fresnes & d'Anzin, pouvaient se monter à 80 mille liv. par an.

280. Bois pour machines à molettes, machines à pompes, machines à feu, équipages de chariots. Coffres, caisses, paniers d'extraction, baquets, seaux. Dans les mines de carron en Angleterre, au lieu de paniers pour enlever les charbons de la carrière, ce sont des seaux ou caisses carrées de deux pieds & demi sur chaque dimension, formées de planches bien ferrées; le fond s'ouvre à l'aide d'une charnière, quand on veut les vuidr. Echelles, Chartelles, charrettes, brouettes. Pierres, briques pour les bures d'extraction, & pour les bures d'airage. Graisses & huiles pour les machines, pour lampes ou chaudières : en 1756, selon M. le vicomte des Androuins, il en coûtait, pour s'éclairer dans les ouvrages de Fresnes & d'Anzin, plus de 35 mille livres par an. M. de Tilly remarque que des chaudières de quatorze ou de quinze à la livre, durent trois heures, s'il y a assez d'air dans la mine. Il paraît avantagieux pour l'économie, de les faire porter à la manière usitée parmi les houlleurs de Liège, retenues sur leur chapeau dans de la glaise; l'ouvrier alors ne se trouve pas dans le cas d'oublier sa lumière lorsqu'il quitte l'ouvrage.

281. Cuir pour les pistons, pour les chaînes & pour les seaux : dans quelques pays, en Angleterre, par exemple, c'est avec des sacs de cuir que l'on vuide & que l'on enleve les eaux; il est de ces sacs qui contiennent huit & neuf gallons. M. Jars, dans son ouvrage, rapporte que dans les mines de fer de

Nordmarck, province de Wermeland, & dans celles de Dannemora en Uplande, les cordes employées à enlever le minerai sont de cuir; nous en parlerons à l'article des cordages qui peuvent se substituer aux chaînes.

282. A tout cela il faut ajouter les frais particuliers pour la construction des machines à molette, des machines à pompes, des machines à feu, dont les différentes pièces seront détaillées à part, à la suite de quelques principes de mécanique. On doit seulement observer que la machine à feu peut emporter à elle seule une dépense de 60 ou 80 mille livres.

Des deux principaux ateliers & approvisionnemens de mines.

283. DANS une entreprise de cette nature, un coup-d'œil général, tel que nous venons de le donner, ne suffit pas; la multitude d'outils, de machines, d'agrs & équipages de tout genre, auxquels on est obligé d'avoir recours pour une exploitation en grand, fait d'abord appercevoir que l'établissement d'une fouille exige une fourniture abondante de deux sortes de matériaux, fer & bois. Le fer avec lequel se fabriquent les outils, les chaînes, les crochets, agrafes ou pattes, les clous, a besoin, pour être mis en œuvre, d'être travaillé à la forge. Le bois indispensable pour les outils, les machines, les pompes, les épaulemens souterrains, les hangards, &c. doit passer par les mains du charpentier. De là deux ateliers à lever, 1°. une forge (a), 2°. un atelier où s'exécutent les ouvrages en gros bois. Les ouvriers de l'un & de l'autre de ces ateliers, journellement instruits par l'expérience, bien mieux que personne, n'ont sans doute besoin chacun dans leur partie d'aucune instruction: cependant jamais un directeur de mine, un propriétaire ne doivent tellement s'en rapporter à la capacité, à la fidélité de ces journaliers, à la vigilance des maîtres-ouvriers, qu'ils se croient dispensés de surveiller à l'achat des différens matériaux, aux travaux qui s'exécutent pour toutes les opérations de la mine; mais si ce propriétaire, ce directeur, ou tous les deux, ne savent point la valeur des choses; si par eux-mêmes ils n'ont pas la moindre idée de la bonne ou de la mauvaise qualité du fer, du bois, des briques, des cordes, qui dans les petites houilleries peuvent remplacer les chaînes, il fera bien inutile que l'un ou l'autre assiste à la visite ou recette de ces différens matériaux: s'ils ignorent le travail, comment pourront-ils juger du talent & de la besogne de l'ouvrier? Leur présence empêchera-t-elle que l'on ne mêle du

(a) On doit entendre par-là les petites forges ou fourneaux, dans lesquels on fait chauffer le fer pour le battre & le travailler sur l'enclume avec le marteau; ces for-

ges sont accompagnées de beaucoup d'in-
tensiles, comme soufflets, tenailles, pin-
ces, broches ou tisonniers, pelles, ciseaux,
étaux, limes, outils pour forer, &c.

bois vieux à du bois neuf, que le charpentier ne soit négligent à ménager tous les bois, en les faisant servir utilement ?

284. Ces courtes réflexions laissent d'abord entrevoir le conseil que nous voulons donner aux directeurs de mine, ou à un propriétaire qui par lui-même fait valoir son terrain : il est facile de reconnaître qu'aux fonds considérables à employer dans les trois différens tems de l'entreprise, il est important de joindre des connaissances dans les différentes parties de détail, dans l'achat du fer, dans le travail des ouvriers à la forge ; des idées précises sur les bois & autres matériaux, sur les outils & agrès pour leur fabrication, sur la construction des hangards, des machines d'extraction ; un détail économique des ustensiles, une conduite éclairée & économique dans les manœuvres ; enfin cette intelligence doit s'étendre sur l'entretien, sur les réparations.

285. L'EXPIÉRIENCE ne prouve que trop souvent, combien ces sortes d'avis en différens genres, sont peu écoutés & peu suivis : les personnes qui ont ici le plus d'intérêt à y avoir égard, sont toujours disposées à s'en rapporter aux gens du métier qu'ils emploient, & que cela regarde directement. On ne peut nous savoir mauvais gré de désirer & de prendre à tâche, que notre invitation produise une autre impression sur les propriétaires, ou sur les directeurs de mine, auxquels cette dernière section de notre ouvrage est particulièrement destinée. Dans cette vue, nous allons essayer de fixer leur attention, en leur donnant, sur les différens objets qui se trouvent sans cesse à leur portée, des notions préliminaires ; elles les mettront à même d'en acquérir de plus étendues.

286. Nous commencerons par exposer les manières de reconnaître un fer de bonne qualité, & un autre de mauvaise qualité ; nous transporterons ensuite le lecteur dans un atelier de forgeron ; nous lui ferons remarquer les phénomènes généraux que présente le feu de charbon de terre sur le fer, lorsqu'on travaille ce métal au feu de ce fossile. Après nous être arrêtés sur les différentes espèces de bois propres à être employés aux différens usages relatifs à toutes les manœuvres d'une exploitation, nous passerons de même en revue les autres matériaux nécessaires dans les entreprises de mines ; nous ne négligerons pas de même de l'éclairer sur l'application de la force des hommes & des animaux aux différens ouvrages de mines.

287. *Du fer considéré à la forge.* LE fer est un métal dur, sec, très-difficile à fondre, mais ductile ; la plus grande partie de celui qu'on emploie en France vient des provinces de ce royaume ; il n'est pas si doux ni si bon que celui qui vient d'Allemagne, de Suede & d'Espagne ; il ne peut

se polir qu'avec le grès & l'émeril (a) : celui d'Allemagne souffre un peu la lime. Il n'y en a nulle part d'aussi bonne qualité qu'au pays de Liege, où l'abondance de cette matière entretient depuis long-tems un grand nombre de fourneaux. Je crois devoir à ce sujet relever une erreur qui se trouve dans le paragraphe IX, page 148, du second volume de Swedemborg, & qui a été conservée dans la traduction publiée à la suite de la description de l'art des forges & fourneaux à fer. On y lit que, quelques années avant, le pays de Liege ne possédait que huit fourneaux. Cette manière de s'exprimer en suppose davantage dans le tems que l'auteur publiait son ouvrage ; c'était en 1734. J'ignore si ceux qui existent aujourd'hui sont de ce tems ; mais il est certain qu'il y en a actuellement au moins seize ; j'en donne ici l'énumération & la situation, pour la curiosité de quelques lecteurs (b).

288. LE fer se divise en deux especes générales ; la première est le *fer de fonte*, autrement *fonte de fer*, qui se coule dans des moules construits exprès, & auxquels on donne la forme que l'on juge à propos, pour faire des canons, des bombes, des boulets, des tuyaux de conduite, des poeles, des marmites, &c. Sa qualité est très-aigre, dure & cassante. La seconde espece est le *fer forgé*, résultant des gueules (c), & qui ayant été coupé en barres, a été forgé & étiré, c'est-à-dire, alongé en barres sous le martinet des grandes forges ; c'est de celui-ci que l'on fait tous les gros fers, les chaînes, les tirans, les essieux, &c.

(a) Espece de mine de fer très-dure, cendrée ou grisâtre, quelquefois brune ou rougeâtre. Pour employer cette pierre, il faut commencer par la réduire en une poudre extrêmement fine, la délayer ensuite dans l'eau, pour certains cas dans de l'huile, ce qui est nommé *potée d'émeril*.

(b) Dans la banlieue de Liege on compte deux fourneaux, situés tous les deux sur la rivière d'Ouerre ; le premier est à Froidmont, à une demi-lieue de Liege ; le second à Grivegnée, un quart de lieue plus haut ; ils tirent leur mine de Beaufays au-dessus de Chaud-Fontaine, & de Bas-Oha au-dessus de la ville de Huy. Au marquisat de Franchimont il y a le fourneau de Suslenvelle, qui tire sa mine tant du marquisat que de Beaufays. Dans l'entre-Sambre-Meuse Liégeoise, quatre au département de Couvrin ; savoir, le fourneau de Nîmes à M. Ronet, de Pernel à M. d'Estree & Bernard, de S. Ruesh à M. des Androuins,

de la Patinerie à M. Polcher & Chatelain. Au département de Dailly, le fourneau de Gourieux à M. Brunet, de Rolli à M. d'Archies. Département de Sileurieux, fourneau de Faleuprife à M. Demanet, d'Ives à M. Mascard. Département de Florenne, fourneau de S. Lambert à M. de Montgellier, de Froidmont à M. André Puissant, de S. Aubain à M. le baron de Rosée, de Morialme à M. Puissant fils, de Lavalette à M. de Ceve, de Poncet à M. Puissant de Marchienne. Ces fourneaux ne fondent que des mines de la province où ils sont situés, & qui donnent le meilleur fer, fût à la lime, dans les seigneuries marquées en lettres italiques, & dans les seigneuries de Frere & de Jamiolle.

(c) On appelle de ce nom un gros lingot de fer, qui dans sa première fonte a été coulé dans des canaux triangulaires, & formé en gros lingots du poids de 3, 5, jusqu'à 6 mille livres.

289. LE fer, pour être en état d'être travaillé par quelques ouvriers, comme maréchaux, taillandiers, &c. demande à être fondu une seconde fois, en faisant passer les gueuses par le *martinet* (a), ensuite par la *chaufserie* (b), & par l'enclume, pour le réduire en barres; alors il souffre la lime, mais ne peut plus se fondre, & donne deux caractères de fer différents, de *fer fort* ou *dur* à la lime, & de *fer doux* à la lime. On forge à chaud & à froid, mais plus souvent à chaud. L'action de forger ou de préparer le fer à la forge, consiste à chauffer, rougir le fer, pour le battre & le travailler sur l'enclume avec un marteau, c'est-à-dire, lui donner la forme qu'on veut. Cette opération de chauffer le fer suffisamment pour être forgé, jointe à l'action de forger, s'appelle *chaude*; on dit, *ce morceau a été forgé en une, deux, trois chaudes*: néanmoins ce terme exprime plus particulièrement le degré de chaleur à donner au fer, ou le tems que le fer met à être chauffé, avant d'être porté sous le marteau; nous nous arrêterons en particulier à ceci. Cette manœuvre renferme différentes vues, selon la différence des ouvrages. 1°. Dureir la matière au marteau jusqu'à ce qu'elle ait perdu sa ductilité; c'est ce qu'on nomme *écrouir*. 2°. *Corroyer*, c'est-à-dire, adoucir le fer, l'affiner, le décharger de son laitier, lui ôter, en le battant sur l'enclume, les pailles; l'allonger, le reformer, le fonder. Selon qu'il est mal corroyé, soudé ou chauffé, il contracte des qualités diverses.

290. LORSQU'IL est mal corroyé, il est rempli d'une infinité de pores très-ouverts, ou de cellules remplies de crasses, soit de cendre, de charbon ou autres, d'où on l'appelle alors *fer cendreux*; & *fer ceru*, lorsqu'ayant été brûlé ou mal corroyé, il est mêlé de ces crasses, comme sont le plus souvent les extrémités des barres. S'il est mal soudé, il est composé de plusieurs lames posées les unes sur les autres; & lorsqu'on vient à le travailler, il se divise en autant de parcelles, que l'on nomme des *pailles*, & le fer se nomme *pailleux*. En métallurgie, on nomme *paille*, dans les métaux, un endroit défectueux qui les rend cassans & difficiles à forger; on dit surtout du fer & de l'acier, qu'ils sont *pailleux*, & c'est un très-grand défaut; car outre celui qu'on vient de dire, ils souffrent un grand déchet à la forge. Il ne faut pas confondre avec ce défaut, des espèces d'écailles qui tombent de la surface du fer quand on le forge à chaud, & qu'en forgerie on nomme aussi *pailles*; elles sont employées à faire le noir, & quelques autres couleurs des peintres sur verre; tout cela dépend du feu qu'on lui a fait éprouver.

(a) Espèce d'usine dans les grosses forges, ainsi appelée du marteau qui y travaille. On appelle *chaufferie* le creuset destiné à recevoir les pièces, pour les chauffer à mesure qu'on achève de les battre.

(b) Atelier des grosses forges, où le

achève de les battre.

291. LE fer, en se chauffant, s'altère toujours un peu ; à un degré plus fort de chaleur, il se grille ; à un degré encore plus fort, il se brûle ; on dit alors que le fer est *furchauffé*, c'est-à-dire, qu'il menace de brûler, ou est menacé de brûler en partie, par le trop de feu qu'on lui a donné. Lorsque dans une barre de fer, choisie chez les marchands, il paraît des crevaïsses en travers, c'est un signe que le métal a été *furchauffé*.

292. Ce défaut, qui ôte aux métaux toute leur qualité, est appelé *furchaufure* ; par quelques ouvriers, *fourrures de fer*. On remarque en effet, que ce métal & l'acier brûlés se réduisent en une matière spongieuse, fragile, qui n'est plus bonne à rien.

293. ON n'exécute aucun ouvrage sur le fer, qu'il n'ait d'abord été chauffé au feu ; c'est par conséquent l'opération la plus commune, il semblerait de là que ce devrait être la plus simple : il s'en faut beaucoup que cela soit ainsi ; pour la connaître & en juger, il suffit de suivre un ouvrier dans cette opération. Lorsqu'il a allumé son charbon, qu'il faut toujours supposer un bon charbon (a), de tems en tems il jette de l'eau dessus. Il est des ouvriers qui de tems en tems découvrent le feu ; d'autres se contentent de retirer de côté le mâche-fer qui se forme dans le fond de la forge. L'inspiration, à laquelle les ouvriers attribuent l'effet de concentrer la chaleur, d'animer le feu, n'en a probablement pas d'autre que celui tout opposé, de ralentir sa vivacité ; & par-là l'ouvrier, sans s'en douter, dirige son feu, le rend égal. Dans les grandes forges, on jette aussi de l'eau sur les charbons de bois qu'on y emploie. L'écartement du mâche-fer formé dans le fond de la forge est plus raisonné que ne le croient les ouvriers ; ce fond empêcherait le fer de chauffer également.

294. CEUX qui découvrent le feu quand le fer est près d'être chaud, jettent dessus le fer un peu de sable sec, vraisemblablement pour diminuer la chaleur. Cette méthode peut avoir son avantage, en traitant certains fers aïsés à *furchauffer*, comme les *fers tendres*, nommés aussi *fers doux* : il est possible encore que ce mâche-fer retiré de côté & encore enflammé, entretienne suffisamment la chaleur du fer, & tienne lieu d'un pareil volume de charbon, ce qui alors fait une économie ; ou c'est uniquement pour re-

(a) Les ouvriers tenus de se servir indistinctement de tous les charbons qu'ils sont à portée de se procurer, sans être maîtres du choix, suppléent autant qu'il est possible & assez bien au défaut de qualité, par la connaissance que leur donne de ce charbon l'habitude de l'employer : il n'en serait pas moins intéressant qu'ils eussent sur cela

d'autres notions ; personne ne s'est attaché à en établir. Dans l'article troisième, où nous considérons le charbon de terre quant à son usage pour les arts, nous indiquerons dans le plus grand détail les caractères auxquels on peut distinguer les différentes qualités intrinsèques du charbon de terre.

connaître quand le fer est chaud. Tout cela n'est pas toujours si facile à reconnaître que bien du monde pourrait le croire ; il se forme sur le fer forgé avec le charbon de terre une croûte & une flamme claire qui empêchent d'apercevoir bien sensiblement le signal de la chaude. Quoi qu'il en soit de la méthode, variée dans quelques points, il est constant, & personne ne l'ignore, que les ouvriers de forge sont parvenus, à la faveur d'une expérience laborieuse, à juger du point auquel ils doivent chauffer leur fer, selon la qualité de celui qu'ils travaillent, comme le *fer froid*, qui est peu ductile, le fer cassant à chaud, très-difficile à forger, & qu'ils appellent *bourelin*, le fer aigre, le fer doux, &c. C'est donc l'affaire d'une grande expérience d'œil & de main, & elle est sûre pour ménager le fer en le forgeant, pour juger à la couleur du degré de chaleur qu'il doit éprouver pour être forgé. Ce degré de chaleur, appelé *chaude*, doit en conséquence être proportionné convenablement, & il a des marques particulières pour être reconnu. L'attention de découvrir un peu le feu, & de le retirer en-dehors, est sans doute un des moyens naturels ; mais un signe décisif, c'est lorsque la flamme est blanche & mêlée plus ou moins d'étincelles brillantes, à proportion de son degré de chaleur.

295. Le signal de la bonne chaude est la fortie bruyante de ces étincelles fort brillantes, comme de petites étoiles blanches ; les ouvriers disent alors que le fer *brase* (a). Quand ces étincelles sont *rouges*, la chaude commence, & l'on juge qu'elle est faite lorsque ces étincelles sont *blanches* ; ils attendent des degrés différens dans la couleur de la chaude, selon les fers. Il y a tels fers qu'il ne faut chauffer qu'à blanc, d'autres à qui il ne faut donner que la couleur cerise, d'autres qu'il faut chauffer plus rouge, selon que le fer est plus ou moins doux : pour les fers doux, il ne faut les chauffer qu'à blanc ; la couleur rouge blanc pour certains ouvrages, est appelée dans quelques ateliers *blanc de lune*. On appelle *chaude grasse*, celle où le fer sortant de la forge est bouillonnant & presque en fusion ; il dégoutte même en parcelles fondues, comme une sueur, d'où on appelle aussi *chaude suante* la chaude grasse ; c'est celle qui se donne la première, lorsque le fer est *pailleux*, & qu'il s'agit de le fonder : il est alors à propos de ne frapper le fer qu'à petits coups ; si on le battait à grands coups, il s'écarterait en tout sens en petites portions.

296. La manière de forger n'est pas non plus si simple qu'on le croirait bien : après avoir *écroui* le fer, il faut lui rendre sa ductilité enlevée par le marteau en le rougissant au feu ; car si, lorsqu'il est écroui, on forçait le forgé, on s'exposerait à faire casser le fer : d'où l'on voit que les deux termes

(a) Les ouvriers en fer se servent du terme *braser* dans un autre sens, lorsqu'ils unissent deux pièces de fer avec du cuivre.

dur & *caissant*, sont fort bien rendus par celui d'*acroui*. La première cause des cassures vient de l'action de forger; l'endroit qu'on aura battu à froid, cassera plutôt qu'un autre qui l'aura été moins: aussi on remarque toujours qu'un bon forgeron perd moins de pièces par les cassures qu'un médiocre forgeron.

297. IL y a tant de manières de forger le fer, selon les différentes espèces d'ouvrages, qu'il n'est pas possible de les déterminer; c'est à l'usage & à l'expérience qu'il faut avoir recours pour s'en instruire. Nous dirons seulement que, lorsqu'on met le fer au feu pour la première fois, il est absolument nécessaire de lui donner une chaude suante, afin qu'en le frappant il puisse se souder & corroyer bien ensemble. Ensuite, pour finir l'ouvrage, il est suffisant de le chauffer jusqu'à ce qu'il soit rouge ou blanc, selon les différentes sortes d'ouvrages; & lorsque l'ouvrage est fini, ou le *recuit*, ou avant qu'il prenne des écailles, qui ordinairement en ouvrent les pores, le rendent craquelé & difficile à limer lorsqu'il est froid; on le laisse ensuite refroidir sans le frapper.

298. S'IL arrive que l'on ait besoin d'un fer très-doux, & qu'on n'en ait point, on pourrait avec du fer très-caissant & très-aigre, en faire d'aussi doux qu'on jugerait à propos. Il s'agit de le réduire en petits morceaux aplatis, que l'on joindrait ensemble en forme de *pâté*, ainsi appelé selon l'art, & les *corroyer* (a) bien ensemble avec le marteau après les avoir chauffés: ainsi plus le fer est corroyé, & plus il devient bon. La plupart des mines de fer, d'entre Sambre & Meuse, qui sont un peu *aigres*, sont dans ce cas; on est obligé, pour y remédier, de les mélanger avec une mine plus douce qui se prend du côté de Namur.

Manières de reconnaître les qualités du fer.

299. LORSQU'ON a choisi une barre nette & forgée quarrément, il faut la plier pour connaître son degré de douceur ou d'aigreur. Si à l'endroit plié on voit que le fer *découvre* comme si on l'avait trempé bien rouge dans l'eau, c'est une marque infailible que le fer est excellent; cependant il peut être très-bon sans *découvrir*. Lorsqu'il n'est pas *rouverain*, qu'il se chauffe bien, qu'il se soude facilement, qu'il est ferme sous le marteau, il est bon.

300. ON appelle *fer aigre* ou *caissant*, celui qui se casse facilement à froid; on le nomme aussi *rouverain* ou *fer acerrain*. C'est un fer qui n'est pas assez purgé de son laitier. Il se trouve de ces fers tellement aigres, que si on ne prend pas la précaution de les soutenir d'un bout à l'autre, ils tombent en morceaux d'un côté, tandis qu'on les travaille de l'autre. On les reconnaît

(a) Dans cette occasion cette expression signifie souder ensemble plusieurs barres de fer, pour n'en faire qu'une.

de plusieurs manières; 1°. à des gerçures ou découpures qu'on voit traverser les quarrés des barres; 2°. ce fer est pliant, malléable à froid, & cassant à chaud, lorsqu'on le travaille. A la forge, le fer acérain a aussi ses marques particulières; il rend une odeur de soufre; en le frappant, il en sort des étincelles semblables à de petites flammes en étoiles: quand on le chauffe un peu plus blanc que couleur de cerise rouge, il s'ouvre à chaud, & quelquefois presque tout en travers de la barre, sur-tout lorsqu'on le bat ou qu'on le ploie; il est sujet à avoir des pailles & des grains.

301. QUELQUES fers, comme celui d'Espagne, ont ce défaut; les vieux fers qui sont restés long-tems exposés à l'air, sont sujets à devenir rouilleux. Le bon fer a le grain noirâtre & ferré, il est plus tenace que celui dont les grains sont gros & brillans, & il casse plus aisément que celui qui est doux, qui souvent est cassant à froid; il se déchire en quelque façon, ce qui le distingue de l'acier qui casse net: d'où il résulte qu'on peut distinguer la qualité du fer forgé à la vue & à la seule inspection du grain, lorsqu'il a été cassé à froid & à la forge. Quand le grain en est petit & ferré à peu près comme celui de l'acier, il est pliant à froid, & bouillant à la forge; ce qui le rend difficile à forger, à limer & à se fonder; on en fait par cette raison des outils pour travailler à la terre. Lorsque le grain est noir tout au travers de la barre, le fer est néanmoins bon & malléable à froid, doux à la lime; mais il est plus sujet à être *cendreur*, c'est-à-dire, moins clair & moins luisant après qu'il est poli; il s'y trouve des taches grises: ce n'est pas qu'il ne se rencontre des barres de fer qui n'ont point ces défauts. Celui dont la cassure est d'un gris noir tirant sur le blanc, est beaucoup plus dur & plus roide, & par conséquent plus convenable aux *gros ouvrages noirs* (a); car à la lime, on lui remarque des grains qui ne peuvent s'emporter.

302. IL y a d'autres fers mêlés à la cassure; ils ont une partie blanche & l'autre grise ou noire, le grain en est d'une moyenne grosseur. Ces fers sont réputés les meilleurs, ou également bons à la forge; ils se liment bien, prennent un beau poli, & ne sont sujets ni à des grains, ni à des *cendres*, parce qu'ils s'affinent à mesure qu'on les travaille. Lorsqu'après avoir été cassé à froid, le grain est très-gros, clair & brillant comme l'éclat de glace, connu chez les droguistes sous le nom de *bismuth*, il est le moindre de tous, & également difficile à employer à la lime & à la forge. Feu M. de Réaumur a donné les indices qui se prennent à la cassure du fer, pour juger de sa bonne ou mauvaise qualité.

303. LA manière de reconnaître ainsi le fer à la vue, est fort sujette à tromper; les gens même de l'art n'osent guère s'en rapporter à ces appa-

(a) En forgerie ce sont les gros ouvrages de fer que peuvent forger les marchands tail-landiers & autres, en vertu de leurs statuts, comme focs de charrue, hoes, fourches, &c.

rences; ils aiment mieux, quand ils en ont besoin, éprouver le fer. Swedemborg rapporte (a) la manière dont s'y prennent les marchands en Suede & en Angleterre, pour s'assurer de la qualité du fer qu'ils achètent, & qu'ils destinent à être embarqué: nous croyons rendre service aux directeurs de mines, de placer ici ce détail.

Manières usitées en Suede & en Angleterre d'essayer la qualité du fer.

304. " 1°. Ils examinent l'extérieur des barres; s'il est rude au toucher, que les angles ne soient pas nets, qu'il y ait des fentes, des gerçures, c'est une marque qu'il est vicié par trop de souffre; ils regardent encore s'il est également uni & poli par-tout (b). 2°. Ils choisissent une quantité de barres, environ deux ou trois par cent, qu'ils passent l'une après l'autre dans une encoche pratiquée dans un gros bois ou dans un pieu fixement arrêté en terre. D'abord ils font décrire à la barre un léger arc de cercle, & la ramènent à la ligne droite: si elle souffre la courbure, & qu'elle se redresse bien, c'est un indice d'une certaine tenacité: ils recommencent à la plier & à lui faire faire un ou plusieurs tours, en la ramenant ensuite à la ligne droite; si la barre peut souffrir cette épreuve c'en est assez, le fer est autant tenace qu'on peut le désirer. 3°. Quand ils doutent de la nature d'une barre de fer, ils la jettent de toute leur force sur un coin de fer arrêté dans un morceau de bois, ou sur quelque'autre point d'appui de fer & bien aigu, ou bien ils posent la bande sur ce coin, & font toucher dessus avec des mailles; si les coups marquent sur le fer, sans qu'aucune partie de la barre se casse, c'est un signe de tenacité. Ils emploient encore, pour juger de la tenacité ou de la fragilité du fer, plusieurs autres moyens inutiles à décrire. 4°. S'il se rompt en 2, 3, 4 ou 5 morceaux, comme il arrive souvent, ou bien en plus ou moins de parties, suivant le degré de fragilité qui est dans la totalité de la barre, alors ils ont recours à l'inspection des grains pour découvrir la nature du fer; ils le cassent en plusieurs endroits, afin de pouvoir décider si le vice est total, ou s'il n'attaque que certaines parties. 5°. Souvent une barre cassera dans un endroit qui aura été trop chauffé, ce qui fera un mauvais signe, tandis que le reste de la barre est d'une bonne qualité. 5°. Les marchands portent encore de ce fer dans une

(a) Traduct. quatrième sect. page 135.

(b) Il est très-bon lorsqu'il est fort noir, & qu'il semble bien uni & bien lisse. Une barre de fer cassant à froid, paraît au contraire rude à la main lorsqu'on la manie;

les pores en paraissent moins serrés; elle est tendre au feu: il y a de ces fortes de fers qui deviennent plus cassans en les forgeant, & qui ne peuvent être ni dressés, ni tournés à froid.

„ boutique, pour l'essayer au feu & sous le marteau, & savoir si, étant
 „ chauffé, il cede aisément aux coups, ou s'il y résiste; quelle quantité
 „ d'étincelles & d'écaillés il jettera; là, ils ne manquent pas sur-tout de le
 „ faire étirer en verge, & façonner en clous très-pointus, & du plus petit
 „ volume; quand ils sont forgés, ils les tournent pour les faire caffer, afin
 „ d'examiner encore le grain, & de comparer l'état du fer après l'épreuve
 „ du feu, à son état antérieur à l'épreuve; ils en font aussi battre en feuil-
 „ les minces, qu'ils plient ensuite & replient, ayant soin de compter com-
 „ bien de fois elles auront essuyé cet effort, pour en juger & décider sûre-
 „ ment de la tenacité du fer; ils le font encore chauffer & tourner en
 „ spirales, en fils grossiers & autres menus ouvrages de différentes espe-
 „ ces, qui à force d'être pliés & repliés, montrent la résistance & la force
 „ du nerf ferrugineux. Enfin, lorsqu'ils sont venus à bout de les caffer, ils
 „ jugent de sa qualité par l'ordre des grains & des fibres, ainsi que par
 „ leur dimension & par leur couleur.

De l'acier.

305. Nous avons remarqué, en donnant la première description des ou-
 tils, que la plupart d'entr'eux servant à couper des matières résistantes avaient
 besoin d'être *acérés* (a).

306. Les taillandiers se servent, pour acérer des marteaux, d'une espèce
 d'acier venant de Hongrie, en longues barres de 7 à 8 lignes en quarré &
 même d'un pouce, & qu'on appelle *acier de Hongrie*; les marteaux qui en
 sont acérés ne valent rien, non plus que les outils à tailler la pierre, &
 ceux nécessaires à travailler la terre. L'*étouffe de Pont* (b) est à tous égards
 préférable à cet acier de Hongrie. L'acier venant d'Allemagne est réputé le
 meilleur pour faire les outils; celui de France, qu'on fait à Rives, en
billes (c), sans être préférable à celui d'Allemagne, est d'une bonne qualité.
 Quelques ouvriers ne croient pas cette opération nécessaire, ou du moins
 s'en dispensent; mais il est à présumer qu'ils n'en font pas mieux, & qu'il
 n'y a de leur part que de la paresse: en conséquence il est important d'é-
 tudier son acier avant de l'employer, afin de connaître le degré de chaleur

(a) *Acérer*, c'est fonder un morceau
 d'acier à l'extrémité d'un morceau de fer.

(b) Presque tous les ouvriers en fer &
 en acier appellent *étouffe* des morceaux d'a-
 cier commun, dont ils forment les parties
 non tranchantes de leurs ouvrages; leur
 manière d'employer tous les ouvrages man-

qués, tous les bouts d'acier qui ne peuvent
 servir, c'est d'en faire de l'*étouffe*.

(c) C'est-à-dire, en barres de la gros-
 seur d'un pouce, lesquelles se coupent à
 moitié à chaud, d'un coup de tranchée, de
 la longueur de quatre ou six pouces.

qu'il exige ou qu'il peut soutenir, sans souffrir aucune altération, afin de lui donner ce degré de chaleur avec précision, de le tremper & le recuire en proportion de sa qualité.

307. ON appelle *acier* un fer traité par le feu, de manière que ses parties en sont purifiées, liées & raffinées; il est alors plus blanc, plus solide; son grain est plus petit, plus fin, & susceptible de la plus grande dureté quand il a été bien préparé. Le meilleur est celui qui est sans pailles, veines noires, ni défauts de *furchauffures*, qui paraît net, d'un grain blanc bien fin, bien égal & délié lorsqu'on le casse; si en le rompant, il est plein de veines noires ou de pailles, il ne vaut rien; si l'on y aperçoit des taches jaunâtres, c'est une marque qu'il sera difficile à fonder & à allier avec le fer. Plus l'acier est fin, plus tôt il s'échauffe, plus il demande par conséquent à être ménagé à la forge; plus il est au feu, plus il se gâte; un seul coup de soufflet de trop, suffit pour le furchauffer & pour le décomposer: il est donc important de le forger avec le plus de promptitude qu'il est possible. Aulli la chaude pour l'acier, est encore différente de celle pour le fer.

Procédé pour reconnaître à la fois le degré de chaleur qui convient pour fonder l'acier, pour le tremper avec avantage, & connaître sa qualité par la beauté de son grain.

308. " METTEZ au feu par le bout une barre d'acier, forcez un peu le degré de chaleur vers la pointe; quand elle commence à fondre, trempez-la dans le sable légèrement, mais promptement, & remettez-la au feu; donnez de petits coups de soufflet pour le laisser pour ainsi dire mitonner; portez-le ensuite sur l'enclume, & battez-le à petits coups de marteau, mais précipités; alors vous connaîtrez le degré de chaleur qui lui convient, parce que ce qui aura été furchauffé à la pointe, tombera dispersé ou ensemble en étincelles. Faites la pointe en pyramide, forgez-la bien carrément jusqu'à ce qu'elle ne soit plus rouge; & même pour éteindre plus tôt cette chaleur, trempez le marteau dans l'eau & battez-en l'acier. Après cette opération, faites chauffer la barre couleur de cerise au bas de la pyramide, de telle sorte que le degré aille toujours en augmentant jusqu'à la pointe; enfin trempez-la dans une eau propre, claire & fraîche.

309. IL faut l'é moudre sur une meule de moyenne hauteur, bien emporter le noir ou le feu de la forge, & bien blanchir les quatre faces de toute la longueur de la pyramide; ensuite polissez-le avec l'*éméril* sur la polidoire (a), de telle sorte qu'il n'y paraisse aucun trait de la meule;

(a) Espece de meule de bois de noyer, d'un pouce environ de diamètre, à volonté;

„ effuyez-le bien avec des cendres sur le tablier de peau ; après cela exa-
 „ minez-le au grand jour , pour découvrir les veines de fer , s'il y en a ;
 „ vous les reconnaîtrez à la couleur blanchâtre & livide , au lieu que l'a-
 „ cier est plutôt bleu que blanc , quand il est bien poli , tirant même un
 „ peu sur le noir. Vous découvrirez les *cendres* , s'il y en a , à des especes
 „ de piquures d'épingles & en grand nombre ; vous verrez aussi les
 „ filandres qui ressembleront à des traits de burin très-fin , qui seront di-
 „ rigés suivant la longueur de la barre & point en travers. Une autre com-
 „ paraison bien claire , c'est qu'il sera semblable à une glace sur laquelle
 „ on aurait semé une multitude de cheveux , ayant tous la même direction
 „ de bas en haut.

„ 310. AYANT reconnu & jugé des qualités extérieures , il en faut sonder
 „ l'intérieur. Pour cet effet , commencez par casser le petit bout de la pyra-
 „ mide avec un petit marteau. Cette extrémité est celle qui a été *trempée* à la
 „ plus grande chaleur : si l'on voit le grain gros , ouvert , luisant , c'est un
 „ signe certain que cet acier a été trempé trop chaud ; si en cassant un au-
 „ tre petit morceau , on voit encore le grain gros , quoique plus fin que
 „ celui du premier bout , ce second a encore été trop chauffé ; continuez
 „ à casser un troisième & un quatrième , enfin jusqu'à ce que vous trou-
 „ viez le véritable degré de chaleur de la trempe : ce qu'on connaît lors-
 „ qu'on verra un grain serré , uni , blanc comme de l'argent , & point lui-
 „ sant , sur lequel on n'aperçoive aucune tache noirâtre ou grise , tant
 „ sur les côtés qu'au centre. Ces épreuves ne sont pas également impor-
 „ tantes pour toutes sortes d'aciers : celui qu'on nomme *acier fondu* (a) ,
 „ n'est point sujet à toutes les défauts de celui d'Allemagne ; toutes
 „ les parties de la barre sont égales. Mais il n'en est pas de même de l'a-
 „ cier d'Allemagne : il est assez rare de trouver six barres sur douze sans
 „ qu'elles aient le défaut d'être *cendreuse* ou *filandreuse* ou *ferreuse* ; en sorte
 „ qu'il faut essayer chaque barre que l'on veut employer. Lorsqu'on n'en
 „ avait pas de meilleur que celui d'Allemagne , il fallait non-seulement
 „ essayer chaque barre que contenait un barril , mais il fallait encore essayer
 „ chaque barre dans toute sa longueur. L'acier appelé *fondu* s'allie bien
 „ avec l'acier d'Allemagne , du Tirol , de Dantzic & de Styrie ; mais on
 „ ne peut l'allier avec succès à ceux de Hongrie , du Dauphiné , &c. & ne

c'est sur ces meules que la grande roue fait
 tourner , que les couteliers adoucissent &
 polissent leur ouvrage avec de l'émeril &
 de la potée , suivant l'ouvrage.

(a) Acier qui n'est ni cendreuse , ni

filandreux , ni à grains ferreux , nommé ainsi
 de ce qu'on assure qu'il est réellement fondu
 & passe ensuite au laminoir par le moyen
 de l'eau.

„ pouvant l'allier avec trop de gros acier , à plus forte raison on le peut encore
 „ moins avec du fer.

Méthode d'acérer les outils.

„ 311. Il y a différentes manières d'acérer : s'il s'agit d'un marteau ,
 „ soit de la tête ou de la *panne* (a) , on commence par corroyer un mor-
 „ ceau d'acier , de la largeur & de la forme de la tête du marteau , puis
 „ on le soude à un morceau de fer mince , de la même forme : ensuite on
 „ fait chauffer la tête du marteau & cette acérure , & l'on soude le tout
 „ ensemble. S'il s'agit de la panne , on peut employer la même façon ; mais
 „ communément on fend le côté de la panne du marteau , & l'on y infère
 „ un morceau d'acier , amorcé en forme de coin. Ces deux différentes ma-
 „ nières s'appellent *acérer à chaude portée* ; elle s'annonce d'une manière qui
 „ n'est pas équivoque ; la masse de fer dégoutte comme à la *chaude suante*.
 „ Mais il vaut mieux se servir de la troisième façon , autant qu'il est pos-
 „ sible , parce que la *chaude portée* est sujette , quelque précaution que l'on
 „ prenne , à renfermer des crasses entre les deux surfaces appliquées , & à
 „ se dessouder.

De la trempe de l'acier.

312. ON doit entendre ici par cette expression , l'action de durcir l'a-
 cier , ce qui s'exécute en faisant chauffer la pièce au feu & la plongeant toute
 rouge dans l'eau fraîche , afin de la faire refroidir précipitamment. M. de
 Justi , savant chymiste Allemand , a publié dans le premier volume de ses
 ouvrages , en 1760 , un mémoire très-raisonné sur l'acier ; mais nous
 croyons devoir nous borner à continuer d'extraire de l'Art du coutelier les
 généralités les plus remarquables. “ Le tems influe beaucoup sur la trempe :
 „ il est certain que l'acier est plus dur dans le froid & dans la gelée , que
 „ quand le tems est chaud ; mais dans le premier cas la matière est plus sujette
 „ à casser. Le grand vent y est aussi contraire ; le tems le plus favorable est
 „ lorsque le ciel est nébuleux ; le grand brouillard est encore excellent. Le
 „ feu & l'eau sont ce qui importe le plus pour la trempe. Quant au pre-
 „ mier , comme il s'agit de bien appercevoir la chaleur de l'acier qu'on
 „ chauffe pour la trempe , l'obscurité est plus favorable que le grand jour.
 „ Le feu ne doit pas être bien ardent ; quelques maîtres préfèrent la poêle
 „ à la forge. Les deux méthodes sont également bonnes ; mais quand on en
 „ a adopté une , il ne faut pas la changer , afin de contracter l'habitude de
 „ connaître précisément le degré du feu. Le défaut de la forge est souvent le

(a) Partie de la masse du marteau qui est opposée à la tête , & qui va en diminuant.

„ trop fort degré de feu, parce qu'il est animé par le soufflet; & le défaut
 „ de la poêle est souvent de ne pas tremper assez chaud : on voit que ce
 „ sont les deux extrémités qu'il faut éviter. M. Perret est cependant d'avis
 „ qu'il vaut mieux pécher pour donner un peu plus de chaleur de trop,
 „ que d'en donner trop peu. Le feu doit être proportionné à la grandeur
 „ des ouvrages qu'on veut tremper; il vaut mieux en avoir plus que moins,
 „ parce qu'il faut que la pièce chauffe par-tout également, quand c'est une
 „ pièce courte; mais si c'est une pièce longue, il faut la promener dans le feu :
 „ or, si le brasier n'est pas un peu étendu, la pièce est sujette à se déjeter; de
 „ plus elle s'échauffe plus dans un endroit que dans un autre, parce que
 „ le feu est toujours plus vif vis-à-vis la tuyère que par-tout ailleurs.

„ 313. LA couleur familière de la trempe des outils, après qu'ils ont
 „ été forgés & limés, est appelée par tout le monde, *couleur de cerise*. Cela
 „ n'est cependant pas exact, au jugement de M. Perret; il admet deux de-
 „ grés différents : le premier, selon cet artiste, qui est le plus faible, est la cou-
 „ leur de cerise; le second, qui est plus fort, est la couleur de rose, qui exige
 „ plus de chaleur. Il faut faire attention encore que la couleur d'une cerise
 „ bien mûre ne convient point du tout; il faut se représenter une cerise de
 „ rouge clair : or cette couleur convient à quelques aciers étrangers; mais
 „ l'acier d'Angleterre exige un degré de plus de chaleur, qui est la couleur de
 „ rose. Cette même couleur convient à l'étoffe de Pont, ainsi qu'à l'acier de
 „ Hongrie, & généralement à tous nos aciers de France. L'acier trempé
 „ couleur de cerise dans l'eau bouillante, ne durcit que très-peu; par cette
 „ même raison plus l'eau est fraîche, plus la trempe est dure : ainsi il faut
 „ toujours tremper dans un baquet qui contienne deux ou trois seaux d'eau;
 „ & même pour peu qu'on sente que l'eau perd sa fraîcheur, il faut en
 „ changer, autrement on trouvera que les pièces trempées les dernières au-
 „ ront un degré de bonté de moins que les premières. L'acier trempé trop
 „ chaud s'égraine facilement. Quelques ouvriers prétendent qu'en augmentant
 „ un peu la couleur de *recuit*, on remédie à une trempe trop forte :
 „ cela pourrait être vrai pour quelques outils; mais il faut observer que
 „ cela n'est pas pour les tranchans fins. Quant à l'eau, on estime celle
 „ qui est la plus légère, & qui contient le moins de parties terreuses; au
 „ reste, toute eau est bonne pour la trempe dès qu'elle est propre & claire :
 „ la plus froide est aussi la meilleure, & l'outil ne se retire qu'après qu'il est
 „ froiil. Il est des ouvriers qui sont dans l'usage de faire rongir au feu une
 „ paire de tenailles, ou un autre morceau de fer, & de le plonger dans l'eau,
 „ pour, disent-ils, ôter la crudité de l'eau.

„ 314. LA méthode de tremper en paquet les pièces que l'on fait en fer,
 „ est différente : on prend de la suie de cheminée, la plus dure & la plus

grossière ; après l'avoir mise en poudre bien fine, on la fait tremper dans de l'urine ou dans du vinaigre, en y ajoutant un peu de sel fondu, pour la rendre comme une pâte liquide ; alors on détrempe la suie, & l'on en couvre les outils, en faisant du tout un paquet que l'on couvre ensuite de terre ; on met le tout chauffer dans un feu ardent de charbon de bois ; quand il est un peu plus rouge que la couleur de cerise, on le jette dans quelque vaisseau plein d'eau très-froide, & l'ouvrage fera suffisamment dur.

Du recuit.

315. *Recuit*, dans les arts mécaniques, se dit de l'action de recuire, & de la qualité que la pièce a acquise par l'action de recuire ; c'est-à-dire, par la chauffe couleur de cerise. L'acier trempé, c'est-à-dire, durci le plus qu'il est possible, & devenu aussi cassant que le verre, a besoin d'être corrigé de sa trop grande dureté, de prendre du corps, de la tenacité, pour résister à la dureté des substances qu'on veut attaquer. La manière de recuire consiste en général à mettre les ouvrages sur de la braise bien allumée ; mais dont les charbons soient très-petits, & à examiner à l'œil au grand jour le degré de recuit qu'on veut donner, & qui doit être proportionné avec soin à l'espèce d'outils ou d'instrumens que l'on travaille.

Des différens bois à emmagasiner pour les entreprises de mine.

316. LE bois nécessaire dans les entreprises de mine, est employé à deux objets de grand détail : la construction des machines, outils, ustensiles de toute espèce, tant pour le dehors que pour le dedans de la houillère ; & l'épaullement des voies souterraines. La conformation en est considérable pour chacune de ces parties ; mais elle est d'une toute autre importance pour les travaux intérieurs : la conservation, la durée, la pourchaise des ouvrages ne sont possibles qu'autant que les chemins que l'on pratique sont bien étayés.

317. LA vie des ouvriers dépend de cette forêt transportée dans leurs ateliers, de l'art avec lequel elle y est arrangée, de l'intelligence avec laquelle les pièces en sont assemblées, du soin que l'on prend à les entretenir en bon état. Il ne sera ici question en rien du *débit* du bois (a) qui entre dans tout cet édifice, ni de la manière d'en disposer les parties dans les dif-

(a) Par l'expression *débit des bois*, on entend en général l'art de connaître la destination, l'art de le couper & de le fendre, de le tailler : en conséquence, *débiter*

du bois, c'est, après qu'il est tracé, le couper à la scie, suivant les longueurs & les largeurs convenables.

férens endroits de la mine (a). Nous n'envisageons ici les bois que d'une manière générale, comme matériaux, & dans le moment qu'ils vont être emmagasinés; nous nous proposons uniquement de guider un directeur dans leur achat, lui faire connaître les espèces qui sont les plus propres aux différens usages, & leurs qualités. On peut distinguer ces matériaux en bois de charpente, & en bois de sciage; on donne la première dénomination à tous bois de certaine grosseur, simplement équarri avec la coignée, & destiné à faire de fortes poutres & de grosses solives. Le bois scié pour les petites solives, chevrons, poteaux, planches, &c. est appelé bois de sciage. Le bois s'achète de différentes manières, & chacune est susceptible, de la part de l'ouvrier, si on la lui confie, de quelque abus qui ne doit pas être ignoré d'un maître de mine. Lorsqu'on fait marché au cent (b), l'ouvrier peut en employer plus qu'il ne faut; d'un autre côté, en bloc, il tâche de gagner sur la grosseur & sur la quantité; à la toise, il profite de la connaissance de l'avantage de cette mesure pour y réduire les bois, & s'emparer du surplus. Les différentes espèces de bois d'usage, ou qui peuvent l'être dans les ouvrages de mines, sont la plupart des arbres forestiers. Nous allons en donner l'état par ordre alphabétique, en indiquant la qualité & les propriétés de leur bois (c).

318. *Aune de nos bois. Bourgene. Verne. An. The Alfer Tree. G. Ellern-Baum.* C'EST un très-grand arbre qui se plaît dans les lieux humides; son bois est léger, & un peu tendre; le grain est fin, tirant sur la couleur rouille plutôt que rougeâtre.

319. *Bouleau. Bois blanc. An. The Binck Tree. G. Birchen-Baum.* CELUI dont l'écorce est fort épaisse & raboteuse, pourrait dans quelques pays être employé pour les manches des forts marteaux: dans le nord de la province de Roslagie en Suede, c'est le seul bois qu'ils aient de propre à cet usage.

320. *Cerisier. An. Red cherry Tree. G. Rohrer Kirsch-Baum.* SON bois est moyennement dur & assez plein, quoiqu'il ait le grain un peu gros, & que ses couches concentriques soient fort apparentes; sa couleur est d'un gris rougeâtre, plus foncé au cœur qu'aux extrémités.

321. *Charme ordinaire des jardins & des bois. An. The Horn Beam. G. Eschin-Buchen.* LE bois de cet arbre forestier est blanc, compacte, intraitable

(a) Cette architecture souterraine, qui renferme l'épaulement des puits ou fosses de mines & l'étaconage des galeries, sera décrite à part, à l'article dans lequel je reprendrai les différentes circonstances relatives aux bures.

(b) On entend par un cent de bois cent

Tome XVII.

pièces de bois, dont chacune a douze pieds de long, sur six pouces d'équarrissage, ou trois pieds cubiques.

(c) Nous ferons connaître ces arbres par les noms qu'ils ont en Angleterre & en Allemagne, où l'on est dans le cas de se servir de leur bois pour les ouvrages de mines.

Q

à la fente, & le plus dur de tous les bois, après le buis, l'if, le cormier, &c. Son bois se débite pour le charronnage; on s'en sert pour faire des essieux & quelques autres pieux de charronnage. Dans les endroits où l'orme est rare, on en fait des vis, des manches d'outils, des rouleaux; du reste il n'est pas propre à être employé à l'air; il y pourrit en six ans, & est sujet à se tourmenter.

322. *Chêne des bois.* An. *The Oak. G. Eich-Baum.* CET arbre, généralement répandu dans les climats tempérés, tient le premier rang parmi les arbres forestiers; il est le plus recherché pour la charpente, pour le charronnage, pour des lattes, & toute espèce d'ouvrages où il faut de la solidité, de la force, du volume & de la durée: il y a cependant quelque différence à faire, selon le terrain où l'arbre a pris sa croissance; son bois est meilleur, plus solide & plus fort, si le chêne est venu en terres dures & fortes, qui ont du fond, & même dans la glaise. Dans les terrains sableux, crétacés ou graveleux, où il a eu assez de profondeur, son bois est plus compacte & plus dur; mais l'arbre n'y devient ni si gros, ni si grand. Dans les terres grasses & humides, il est de belle venue; mais c'est au désavantage du bois, qui, étant trop tendre & cassant, n'a ni la force ni la solidité requise pour la charpenterie. Sur la crête des montagnes, dans les terres maigres, sèches ou pierreuses, son bois est dur, pesant, & est excellent pour la charpente & pour les ouvrages grossiers.

323. QUELQUE espèce de bois que l'on emploie en charpenterie, il est important qu'il ait été coupé long-tems avant d'être mis en œuvre. S'il est verd, il est sujet à se gercer & à se fendre. Le chêne demande, plus que les autres, à être employé bien sec & *saisonné* (a), pour l'empêcher de se fendre, de se tourmenter & de se décomposer, excepté lorsqu'on veut l'employer sous terre ou dans l'eau, où cette précaution devient inutile. Si néanmoins on se trouvait forcé d'employer à l'air du bois verd, sans avoir le tems de le faire sécher, on peut y suppléer en faisant tremper ce bois dans l'eau pendant quelque tems.

324. *Cormier, sorbier ordinaire.* An. *The Service Tree. G. Spierling.* CET arbre n'est pas rare dans les bois & dans les montagnes: après le buis, c'est de tous les bois de France le plus dur, & en général le plus plein. Il est très-estimé pour son excellente qualité; sa solidité, sa force, sa durée, le font rechercher pour quantité d'usages auxquels ces conditions sont essentielles: il s'en trouve de rougeâtre, compacte, pesant & extrêmement dur; en vieillissant, il prend une couleur plus foncée, de même que celui dont la couleur est blanc-roux; il se fend aisément, & a le défaut de se piquer de vers en vieillissant. Ce bois est propre pour les fortes vis, pour les poulies, pour les fu-

(a) C'est-à-dire, ayant passé, après la coupe, un tems convenable avant d'être employé; comme si l'on disait en *maturité*.

seaux, les rouets & lanternes de moulins : les menuisiers le préfèrent pour les manches & les garnitures d'affutages de leurs outils : comme il se vend assez cher ; quoiqu'on puisse employer la plus grande partie des branches, parce qu'il est sans aubier, on peut en général y substituer pour les poulies, toutes especes de nœuds ou loupes d'arbres, qui sont toujours très-durs & très-serrés, en prenant garde cependant que quelques-uns sont sujets à se fendre.

325. *Cornouillier. An. The Cornelian Cherry. G. Cornet - Baum.* IL y a deux especes de cornouillier. Le *cornouillier femelle*, à petits fruits, ou *cornouillier sanguin*, ainsi nommé de ses branches qui sont ordinairement rougeâtres, n'est pas si dur, & bien moins volumineux que celui dont il va être parlé : son bois est blanc. Le *cornouillier mâle*, ou *cornouillier sauvage*, est commun dans les bois & dans les haies, où il s'élève quelquefois jusqu'à 18 ou 20 pieds, souvent en buisson, donnant quelquefois un tronc d'un demi-pied environ de diametre. Son bois a toutes les excellentes qualités du cormier ; il serait aussi recherché, s'il avait autant de volume : il est compacte, massif, des plus durs, d'un grain très-fin, & sans aubier. Il est excellent, son volume ne permettant pas de l'employer en grand autant que celui du cormier, qu'il égale pourtant à peu de chose près en qualité. Le bois du cornouillier mâle est très-propre à la construction des échelles, à cause de sa solidité, & à faire les manches de marteaux : les ouvriers en fer lui donnent, par cette raison, le nom de *bois de marteau* ; lorsqu'il est un peu tortu, ils le redressent entre deux étaux, après l'avoir un peu trempé dans l'eau. A Paris, le fagot composé d'environ dix ou douze branches de la grosseur d'un fort manche à balai, & de la longueur de trois pieds environ, coûte six francs.

326. *Frêne de la grande espece, avec une feuille ronde. An. The Round-Leaved Ash. G. Esch - Baum, mit runden Blättern.* CET arbre est sur-tout estimé par rapport à son bois qui sert à beaucoup d'usages, quoique blanc ; il est assez dur, fort uni & très-liant, tant qu'il conserve un peu de seve : aussi est-il employé par préférence par tous les ouvriers qui ont besoin de pieces de bois qui doivent avoir du ressort & de la courbure : le bois de frêne a plus de résistance & plie plus aisément que celui de l'orme ; il faut cependant ne pas négliger celui qui a perdu toute sa seve, car avant il est sujet à être piqué des vers. Une autre grande partie du service que l'on en tire, c'est qu'il est excellent à faire des cercles pour des baquets & autres vaisseaux propres à enlever des matériaux, en forme de cuves ou de tonneaux. Les frênes venus dans des terrains de montagne, ou qui ont été continuellement tondus, sont sujets à être chargés de gros nœuds qui ont acquis une grande dureté, & pourraient être propres à faire des poulies.

Q ij

327. *Hêtre, fonteau. An. Then Buch Tree. G. Buch - Baum.* Il vient dans les haies & dans les forêts : son bois est cassant, & sujet à la vermoulure ; il dure long-tems en lieu sec, est incorruptible sous l'eau, dans la fange & dans les marécages ; mais se détruit promptement, s'il est exposé aux alternatives de la sécheresse & de l'humidité.

328. *Mélèze. An. The Larch Tree G. Lerchen - Baum. Lat. larix.* Il est très-grand & commun dans les montagnes des Alpes, des Pyrénées & de l'Apennin, dans le Canada, le Dauphiné, & particulièrement aux environs de Briançon : l'écorce sert pour tanner les cuirs comme celle du chêne. Tout l'arbre en général a beaucoup de flexibilité ; son bois est d'un excellent service ; il est dur, solide, facile à fendre ; sa couleur rouge ou blanche, dépend de l'âge de l'arbre : le rouge est le plus âgé & le plus estimé ; il est propre aux ouvrages de charpente, & à la construction des petits bâtimens de mer. Il est d'une très-grande force & de très-longue durée ; il ne tombe pas en vermoulure, ni ne contracte point de gerçure, pourrit difficilement, & on l'emploie avec succès contre le courant des eaux : il est très-propre pour les tuyaux de pompes. Son bois est aussi excellent à brûler ; on en fait du charbon qui est recherché par ceux qui travaillent le fer.

329. *Orme. An. Common Elm. G. Ruff-Baum.* Le bois de l'orme est jaunâtre, ferme, liant, très-fort & de longue durée, lorsqu'il est sec & bien choisi : ce qui fait qu'il est employé dans le charroissage. C'est le meilleur bois qu'on puisse employer pour les canaux, les pompes, les moulins, & généralement pour toutes les pièces que l'on veut faire servir sous terre & dans l'eau. Ce bois n'est sujet ni à se gercer, ni à se rompre, ni à se tourmenter : ce qui le rend d'autant plus propre à faire des moyeux, des tuyaux, des pompes, & tous autres ouvrages percés, qui seront de plus longue durée que le hêtre ni le frêne. Il faut cependant observer que le bois des ormes venus dans un terrain graveleux est cassant, & qu'on préfère ceux qui ont pris leur accroissement dans la glaise. L'orme ou l'ormeau de montagne à large feuille, *An. The Wich Hasel. G. Berg Ulm-Baum*, pourrait de même être employé : il est encore plus dur, plus ferme, & plus durable que celui de l'autre espèce. Les planches d'orme entrent dans la construction de tous les ustensiles sujets à tremper dans l'eau : on peut mettre en œuvre les planches d'orme fraîchement travaillées, sans aucun risque de les voir se gercer, se déjeter ou se tourmenter, si on prend la précaution de les faire tremper pendant un mois dans l'eau, comme nous l'avons observé pour le chêne : dans beaucoup de villes, on en trouve de tout refendu par les scieurs de long.

330. *L'aulxier blanc à large feuille ; le grand tremble noir. An. The Black Poplar. G. Schwarzer Pappel-Baum.* Il vient dans les lieux humides & dans

le voisinage des rivières ; donne un bois jaunâtre, souple, assez dur, passablement solide, mais un peu difficile à la fente. On peut en faire des pièces de charpente pour les ateliers & hangards ; on en tire aussi des planches de durée, si on les garantit de l'humidité. Le peuplier des bois, *The Asp* ou *Aspen Tree*, *G. Zitter-Pappel-Baum*, ou *tremble*, qui est une espèce de peuplier, est très-inférieur ; il croît de même dans les forêts & dans les marécages.

331. *Saule ordinaire de la campagne & des ruisseaux : grand saule en arbre ; saulx. An. Common Willow. G. Gemeiner Weiden-Baum.* Le bois est blanc, gras, rebours (a) & fort tendre. Les troncs gros & sains peuvent servir à faire des planches que l'on emploie comme celles du peuplier. Le bois du *saule marceau* est propre à faire des cerceles. Enfin les espèces de petits saules, appelés *osier*, pour les hottes & paniers, pour lier les cerceaux.

De quelques autres matériaux en général, comme pierres, briques, &c.

332. LES épaulemens ont quelquefois besoin d'être maçonnés en pierres ou en briques. Les pierres qui entrent principalement dans les ouvrages de maçonnerie, sont les pierres à bâtir, & les pierres à chaux. La première espèce de pierre est un moëlon qui est la moindre pierre, provenant d'une carrière, & dont on doit choisir le plus dur. A la vue, la bonne pierre se reconnaît lorsqu'elle est bien pleine, d'une couleur égale, quand elle est sans veine, que son grain est fin & uni, que les éclats se coupent net, & rendent quelque son. Si en exposant à l'humidité, pendant l'hiver, la pierre nouvellement sortie de la carrière, elle résiste à la gelée, c'est encore un signe de bonne qualité.

333. POUR la construction des puits, on doit employer en dedans, de la pierre ou du moëlon piqué (b), & en-dehors du moëlon *émillé*, & maçonné de mortier de chaux & de sable. La pierre à chaux est assez connue par-tout pour n'en rien dire. On confond avec les pierres à chaux, toutes pierres à plâtre ; mais la pierre dite proprement *pierre à chaux*, se trouve ordinairement par couches ou par lits, aux côtés des montagnes.

334. LES briques faisant aussi partie des matériaux de mines, & pouvant même suppléer à la pierre que l'on n'aurait pas sur les lieux, ou qui serait trop chère ; un directeur doit se connaître dans cette marchandise, ou pour en acheter de bonne qualité, ou pour en faire fabriquer à la proximité des travaux. Si l'on achète de la brique toute faite, il faut la choisir

(a) Expression empruntée de l'Art de la draperie, pour exprimer un fil tors à contre-sens d'un autre.

(b) En fait de moëlon, ce terme signifie taillé grossièrement.

bien cuite, sonnante & colorée; on ne peut pas trop aisément statuer sur son prix, qui doit varier selon la cherté du combustible pour chauffer les fours: la façon de l'acheter est au millier.

335. Si l'on fait travailler la brique sur le terrain, il est avantageux de toute manière de louer des ouvriers, auxquels on pourra donner 45 ou 50 sols par jour; ou plutôt on les paiera à raison de 3 livres pour chaque mille de briques bonnes & entières après la cuisson, en leur fournissant la matière du chauffage. Pour ce qui est du choix de la terre & de la fabrication, il doit nous suffire de renvoyer à la description de cet art, publié par l'académie en 1763. On prendra encore la plus grande partie des idées relatives à la cuisson de la brique (a). Nous nous bornons quant à présent, à faire observer qu'on aura de bonnes briques, en apportant entr'autres les précautions suivantes, indiquées par M. Vandenesse, dans le Dictionnaire encyclopédique (b): 1°. n'employer à faire la brique que la terre qui aurait été tirée & retournée au moins une fois, entre le premier novembre & le premier de février; 2°. ne la façonner en briques qu'au premier de mars, & cesser au 29 de septembre; 3°. n'y mêler rien qui puisse la détériorer; 4°. y ajouter une certaine quantité de cendre de charbon criblée & passée au tamis fin; 5°. préposer des gens à la visite des fourneaux, des briques & des terres qu'on y emploie; 6°. faire battre par les hommes, & fouler la terre par des animaux, avant que de l'employer; 7°. y faire mettre du fable quand elle est d'une nature trop molle; 8°. faire tremper la brique dans l'eau après qu'elle aura été cuite une première fois, & la remettre au feu, afin qu'elle acquiere le double de dureté; 9°. qu'elles ne soient pas exposées à sécher à un trop grand soleil, avant d'être mises au four; 10°. qu'elles soient de même garanties du trop grand soleil en été, en les couvrant de paille ou de fable.

De la poudre à canon.

336. LORSQUE dans les travaux de la fouille on arrive aux couches pier-
reuses, on est souvent obligé d'employer la poudre à canon. Dans les mines
métalliques, où l'on a affaire à des rocs de la plus grande dureté, on a l'expé-
rience que la quantité de poudre dont peut se remplir un trou de fleuret de
8 à 9 lignes, produit tout l'effet que l'on desire. Le vuide qui résulte de la

(a) Troisième article de cette dernière section: *Exposition raisonnée de différentes manières de se servir du charbon de terre,* pour les arts & pour les usages domestiques.
(b) Au mot Brique.

broquette de mine, employée à Liege, & faite en forme de tuyau, diffère par plus ou moins de profondeur ; & la quantité de poudre qui s'emploie dans les opérations de houilleries, est ordinairement de demi-livre, ou trois quaterons, plus ou moins.

337. PARMI les différens agrès qui composent un équipage de mine, on ne doit pas oublier un approvisionnement de cordes : elles sont employées à quantité d'usages. Dans les fosses de peu de conséquence, on s'en sert pour enlever les coffres de charbon hors de la mine ; elles sont alors office de leviers : comme telles, nous en parlerons lorsque nous en serons aux machines à l'action desquelles on fait coucourir les cordes, & qu'Agricola appelle *machinæ funiculares*.

De la situation favorable d'une mine.

Remarques générales sur la grandeur avantageuse des roues des voitures de transport ; éclaircissimens sur le chariot à levier de la mine de Workington en Angleterre, & sur la construction du chemin fait exprès pour cette voiture.

338. LA nécessité indispensable de la principale partie des matériaux auxquels nous venons de nous arrêter, emporte avec elle une conséquence toute naturelle. Ce ne serait pas assez de s'être assuré que tel ou tel endroit produira en charbon de terre un bénéfice considérable ; il faut encore que la situation de cet endroit soit favorable aux deux circonstances d'une exploitation, qui sont 1°. la fouille, dans laquelle on doit comprendre tous les travaux, tant à la superficie qu'au-dedans de la mine ; 2°. l'exportation de la marchandise. De là deux manières de considérer un endroit où l'on se dispose à tirer du charbon, quant à la situation favorable ou non favorable. La première consiste à examiner si l'on sera à portée de se procurer les ferrures nécessaires pour les outils, dans le cas où l'on ferait une fosse de *petit athour* ; si dans le voisinage il y a quelque forêt qui puisse fournir les bois nécessaires pour toute la charpente à établir à la superficie & dans les ouvrages souterrains de la mine ; si l'on est à la proximité de quelque carrière de pierres, ou de quelque terre à brique pour les maçonneries. Le second point de vue sous lequel on doit envisager le local, est relatif à la facilité du débouché, pour le charbon sorti de la mine. Il sera plus ou moins favorable, selon la distance plus ou moins grande d'une rivière navigable au moins dans quelques tems de l'année, ou selon la nature du chemin qui conduit de la mine à cette rivière où peut se faire l'embarquement de la marchandise. On n'a pas besoin de grands raisonnemens pour sentir combien il est essentiel d'être peu éloigné d'une rivière, à la faveur de laquelle on puisse compter sur une défile courante du charbon ; car si par la trop grande distance les frais de charroyage à reverser sur

la vente du charbon devenaient trop considérables, il faudrait y regarder à deux fois avant de se décider à faire l'établissement. Cette distance de la mine à l'embarquement, lorsqu'elle est pure & simple, c'est-à-dire, qu'elle n'est point aggravée par de mauvais chemins, n'a pas tant d'inconvénients, & n'est pas absolument si fâcheuse, d'après ce que nous avons observé dans la première partie (a). On n'a pas la peine de voiturier le charbon au loin, lorsque la mine est située près d'une rivière; la difficulté n'est que dans l'extraction, parce qu'il faut aller le chercher plus profondément en terre. Au contraire, dans une mine éloignée d'une rivière, la difficulté du charroyage est compensée par l'avantage de trouver le charbon plus près de la surface.

339. LA nature du chemin de communication de la mine à l'embarquement, est un article de plus grande conséquence; on sent aisément à cet égard la différence d'une mine dont la position serait telle que le charbon serait exporté dans ce premier instant, par une route peu détournée du port, un chemin uni, & dont le fond serait dur & solide, sur une autre mine dont il faudrait transporter le charbon par un chemin où l'on aurait à descendre une côte roide & difficile, ou bien dont le premier débouché ne pourrait se faire qu'en traversant des bois, dans lesquels les routes sont d'ordinaire impraticables la plus grande partie de l'année. Les mines de Décize sont dans ce cas. Ce dernier inconvénient serait aisé à corriger dans bien des endroits, les pierres dures qui s'enlèvent de la mine étant très-propres à entrer dans la construction d'une chaussée. Les entrepreneurs de la charbonnière de Fims en ont tiré ce parti d'une façon très-avantageuse. Quoi qu'il en soit de la distance de la mine au magasin d'embarquement, ou de la nature du chemin qui conduit de l'une à l'autre, l'attention qu'un maître de mine doit porter sur les voitures qu'il emploie est toujours la même, quant au point essentiel de leur construction. Je n'entends point parler ici, ni de leur coût, ni de leur solidité, ni de leur charge qui est une chose connue (b). Le point auquel je veux en venir, tient à la conservation autant qu'à la commodité des animaux employés au tirage; c'est la grandeur à donner aux roues proportionnellement à la taille des chevaux. Les inégalités qui se rencontrent dans cette partie des tombereaux, celles du terrain, forment toutes les difficultés, & doivent être combinées ensemble.

340. LE volume de l'académie des sciences pour l'année 1733, (c) renferme sur tous ces objets un mémoire rempli de recherches très-curieuses :

(a) Des veines de houille & de leur marche.

(b) La charge d'une voiture à deux roues est évaluée à trois milliers pefant, &

quelque chose au-delà; & chaque roue porte la moitié de la charge totale.

(c) *Réflexions sur le tirage des charrettes & des traîneaux*, par M. Couplet, pag. 49.

NOUS

nous nous contenterons d'en extraire les principes généraux qui peuvent servir de vues pour se guider dans la grandeur à donner aux roues des voitures; nous y joindrons le résultat de quelques expériences sur la même matière, que nous avons tirées des Transactions philosophiques; enfin nous placerons ici un éclaircissement très-circonstancié sur le charriot dont nous avons donné une courte description.

341. DANS les voitures montées sur roues, chaque roue qui tourne peut être regardée le plus souvent comme un levier du second genre, qui se répète autant de fois qu'on peut imaginer de points à sa circonférence; le point d'appui de chaque roue est l'extrémité inférieure qui porte sur le terrain; la règle à suivre en conséquence, est que la charge & l'axe de la roue doivent être de même hauteur que la puissance; & que le tirage, autant qu'il est possible, doit se faire horizontalement au rayon d'appui de la roue. Les grandes roues, on appelle ainsi celles qui ont 5 à 6 pieds de diamètre, ou celles d'une grandeur moyenne (a), répondent à ce que l'on doit chercher à cet égard, c'est-à-dire, préviennent en partie les difficultés provenant des inégalités du chemin, & des inégalités des roues, qui ne sont jamais exactement rondes. Le poitrail du cheval, d'où se fait le tirage, se trouve un peu au-dessus du centre de l'essieu, & par conséquent le tirage toujours supposé parallèle au sol a pour levier tout le rayon de la roue. L'avantage des grandes roues dans toutes sortes de voitures est constaté par les expériences suivantes, que nous avons promis de communiquer. Quoiqu'elles aient rapport aux voitures à quatre roues, elles se rapportent assez à notre sujet pour les faire connaître. 1°. Quatre roues de cinq pouces & demi de haut, c'est-à-dire, de moitié plus petites que celles qu'on emploie ordinairement dans les charriots, ont tiré un poids de 50 $\frac{1}{2}$ livres *avec du poids* (b) sur un plan incliné, avec une puissance moindre de six onces, que deux des mêmes roues employées avec deux plus petites, dont la hauteur n'était que de 4 $\frac{1}{2}$ de pouces de haut. 2°. Toute voiture est tirée avec plus de facilité dans les chemins raboteux, lorsque les roues de devant sont aussi hautes que celles de derrière, & que le timon est placé sous l'essieu. 3°. Qu'il en est de même dans les chemins d'une terre grasse, ou dans ceux de sable. 4°. Que les grandes roues ne sont pas des ornières si profondes que les petites. 5°. Que les petites roues sont meilleures lorsqu'il s'agit de tourner dans un petit espace.

342. APRÈS avoir considéré d'une manière générale le charroyage de la mine à l'embarquement, il ne reste plus qu'à m'arrêter à une circonstance

(a) Les plus grandes doivent avoir 6 à 7 pieds de diamètre.

(b) Poids valant 14 onces $\frac{1}{8}$ d'une livre de Paris.

particulière, qui pourrait le rendre autrement difficile; c'est celle qui résulterait d'une colline à descendre avec une voiture chargée, pour aller à l'embarquement (a). La difficulté qu'essuierait à cet égard le transport du charbon au magasin, sera la moins embarrassante, lorsque l'on voudra. Il ne s'agira que d'imiter ce qui se pratique dans les mines de Workington, à huit milles de Wittehaven en Angleterre, pour conduire en quelque façon que ce soit le charbon dans les magasins qui sont au bord de la mer: le seul coup-d'œil sur la *planche XXI, n. 3*, donne une idée précise du charriot dont on se sert à cet effet, & du mécanisme ingénieux imaginé pour ralentir son mouvement progressif, lorsqu'il descend chargé sur une pente inclinée, artilement planchée. La différence essentielle de ce charriot avec les voitures ordinaires, consiste en un bras de levier D, dirigé obliquement sur une des roues de derrière de bois C (b), & dont l'extrémité est soutenue par une corde ou par un crochet de fer, pour que ce bras de levier ne touche la roue qu'à volonté. Il y a de ces charriots qui ont de chaque côté un de ces bras de levier, réunis ensemble à leur extrémité par un morceau de fer ou de bois; de manière qu'un seul homme peut faire agir ces deux leviers en même tems: d'où cette voiture peut très-bien s'appeler *charriot à levier*.

343. LES inventions utiles ne sauraient être décrites d'une manière trop circonstanciée: l'ouvrage de feu M. Jars, publié depuis notre troisième section, me met à portée de faire connaître ici de nouveaux détails sur les roues de ce charriot, & en particulier sur le chemin qui se construit pour faciliter le charroyage. Quoique la construction de tous ces charriots soit la même, étant uniquement différente par les dimensions, à raison des grandeurs, comme dans toute espèce de voiture, selon la distance que ces charriots ont à parcourir, les roues sont de même plus ou moins hautes, selon le plus ou moins de pente du chemin. Ces parties du charriot à le-

(a) Le docteur Desaguliers, dans sa Physique expérimentale, n'approuve pas l'usage où l'on est généralement d'employer des bêtes de somme au transport du charbon, attendu la position des parties du corps de l'homme, mieux situées pour grimper que celles d'un cheval. Ce physicien prétend que trois hommes feraient mieux pour tirer au haut de cette colline qu'un cheval, si la colline est escarpée: chaque homme grimpe en-haut plus vite, étant chargé de 100 livres, qu'un cheval chargé de 300 livres. Il ajoute en conséquence de cette remarque,

que ceux qui ont cru tirer un grand avantage du poids d'un cheval, en l'appliquant à une machine, n'ont pas trouvé dans l'exécution ce que le calcul du poids de cet animal leur avait promis, parce qu'à chaque pas le cheval grimpe réellement une elevation, lorsqu'on fait usage de son poids, & par conséquent il va plus lentement.

(b) On doit se rappeler que lorsque le charbon remonte, cette partie A se trouve partie de devant; ainsi la petite roue C n'est roue de derrière que dans le voyage en descendant.

vier font en bois, comme la roue C, ou en fer coulé d'une seule piece, comme la roue B. Celles qui font de fer coulé, font à jour, afin de leur donner de la légèreté; elles ont en-dedans un rebord d'un pouce ou d'un pouce & demi. Ce rebord sert à diriger les roues sur les pieces de bois dont le chemin est revêtu, & à les empêcher de sortir de la route E, représentée en plan, lettre *a*. Il y a toujours deux roues plus hautes que les deux autres, en proportion de la pente du chemin; par ce moyen la partie supérieure du charriot est aussi horizontale qu'il est possible, & le charbon ne se perd pas en chemin. C'est le contraire quand les charriots montent à vuide, parce que le cheval, qui alors n'a que la voiture à tirer, s'attelle indifféremment des deux côtés, par deux simples crochets de fer, & des cordes. Les essieux sont de fer, & sont fixés très-solidement aux roues, de maniere qu'ils tournent avec elles; ils sont arrêtés seulement par des chevilles de bois, fixées au cadre formant le fond de la caisse, afin que cette caisse puisse être enlevée de dessus les quatre roues lorsqu'elle a besoin d'être réparée.

344. LA construction du chemin sur lequel passe ce charriot, a aussi, comme nous l'avons dit, une grande influence sur la marche ralentie de cette voiture; il sera facile d'en juger par la description suivante (*a*). Depuis la mine jusqu'à la riviere, on tire un nivellement exact, & l'on divise la pente, autant qu'il est possible, sur toute la distance. Ces routes doivent toujours avoir une pente depuis la mine jusqu'à la riviere. Elles ne doivent jamais monter, être tout au plus de niveau, par les raisons que l'on verra. S'il y a de petites hauteurs à traverser, on les coupe, afin de rendre le chemin de niveau. Lorsqu'on a tracé le chemin de six pieds de large, & qu'on a fixé les pentes, on fait un fossé de la largeur du chemin, plus ou moins profond, selon que l'exigent le nivellement & la solidité du terrain; on arrange ensuite tout le long de ce fossé des morceaux de bois de chêne, de quatre, cinq, six & huit pouces d'équarrissage; on les y place en travers & à la distance de deux à trois pieds les uns des autres. Ces bois n'ont besoin d'être équarris qu'à leurs extrémités, sur lesquelles on fixe d'autres bois bien équarris & sciés, d'environ six à sept pouces de large, sur quatre à cinq d'épaisseur, avec des chevilles de bois. Ces bois se mettent des deux côtés du chemin de toute leur longueur; on les place ordinairement à quatre pieds de distance, ce qui fait la largeur intérieure du chemin E.

345. ON voit que ces nouvelles routes ne sont autre chose qu'un grillage fait en bois. Tout l'intervalle entre les pieces de bois se garnit avec

(a) Tirée de l'ouvrage de feu M. Jars, page 200, dixieme mémoire.

des pierres que l'on y entasse le plus qu'il est possible, pour rendre le chemin solide; le tout se recouvre de sable & de gravier; on en met entre les piéces de bois qui sont en long, & seulement jusqu'à environ deux pouces de leur épaisseur. De cette façon, l'on conserve les piéces qui sont enterrées, & l'on rend la route très-solide; au surplus on a soin d'y faire les réparations nécessaires.

346. QUAND on a de petits vallons à traverser, ou des ruisseaux, on fait des ponts en bois, observant toujours de mettre les deux piéces de bois de chaque côté du chemin, qui doivent être à quatre pieds de distance l'une de l'autre, saillantes au-dessus de la surface du pont, comme elles le sont au-dessus de celle des chemins. Toutes les piéces de bois doivent être exactement assemblées à leurs extrémités; on met quelquefois des bandes de fer dans cette partie.

347. Les angles & les détours que fait le chemin, exigent dans ces endroits de la route une construction particulière, pour que le charriot puisse, dans ces coudes de la route, suivre les piéces de bois. Ce plancher, fixé par son milieu à un pivot qui le fait tourner en tout sens, est formé en rond, & du diamètre de la longueur du charriot: sur ce plancher il y a également les deux piéces de bois, que l'on peut appeler les *deux guides de la route*. Le tout est fait très-solidement: quand le charriot est sur le plancher, on détèle le cheval; le voiturier tourne facilement le charriot avec le plancher, le met sur la direction de l'autre route, & attèle de nouveau son cheval. On évite autant qu'on peut ces angles le long des routes; mais il y en a à presque tous les ponts qui conduisent au magasin. De distance en distance on est obligé de faire un chemin de côté, pour éviter la rencontre des charriots qui vont, avec ceux qui reviennent; quelques entrepreneurs ont même pratiqué un double chemin tout le long de la route.

348. QUAND les charriots sont arrivés au magasin, on détèle le cheval, & le voiturier pousse son charriot jusque sur une des trapes du magasin; il ôte une cheville pour ouvrir la porte du fond; alors le charbon tombe dans la trape, & se rend ainsi dans le magasin ou dans un bateau. Ces magasins F, *pl. XXI, n. 3*, destinés à recevoir le charbon, sont des bâtimens très-longs, construits au bord de la rivière, dans un endroit où il y a assez d'eau dans le tems de la haute marée, pour que les bateaux destinés au transport du charbon, puissent aborder sur toute la longueur des bâtimens. Les magasins sont traversés par une espèce de pont, qui n'est autre chose que la continuation des mêmes routes ci-dessus, dont l'entre-deux des quatre pieds s'ouvre en plusieurs endroits par des coulisses, & forme des trappes d'intervalle en intervalle. Sous la plupart de ces trappes il y a un canal dirigé diagonalement en-dehors du bâtiment, dont l'extrémité va répondre sur la rivière, cinq à six

pieds au-dessus de la surface des eaux de la haute marée. Au-dessous de ces canaux ou couloirs, on amène les bateaux pour les charger; & c'est au-dessous de ce pont qu'est le grand bâtiment pour renfermer le charbon, lorsqu'il n'y a pas de bateaux sur la rivière pour le recevoir à mesure qu'il est amené par les charriots. Comme ce magasin est toujours élevé au-dessus de la surface de l'eau, il y a également des couloirs ou espèces de trémies, qui sont dirigées diagonalement sur la rivière comme les précédentes.

Commentaire sur quelques principales circonstances pratiques, & sur différentes manœuvres de l'exploitation.

349. Les différens préparatifs achevés, toute l'affaire concernant l'entreprise arrêtée, arrangée, tant pour les fonds que pour les employés & ouvriers dont il faut se pourvoir, les vues doivent se tourner uniquement & entièrement sur l'exécution. Nous allons suivre, dans le même ordre que nous avons tenu dans le courant de l'ouvrage, chacune des circonstances & des opérations principales, sur lesquelles nous avons à revenir, pour de plus grands éclaircissemens.

Des FAILLES : Le. Sprung. Flon - stone ; rubbles ; rubbish ; dikcs, traps. An. Gags. Sc. Fall. Sprung. G. Befawer. Su. (a)

350. M. Triewald, auquel on peut s'en rapporter, est du sentiment que ces montagnes souterraines n'observent point de direction régulière. Ce que nous avons observé nous-mêmes sur la nature de ces masses pierreuseuses, qui sont un composé de différentes matières, semble prouver assez qu'elles ne peuvent pas avoir une direction réglée; il ne paraît pas au reste, si elles en ont une, qu'il soit bien aisé de la reconnaître.

351. M. Genneté avance néanmoins sur cela une opinion toute contraire dans un nouvel ouvrage publié en 1774 (b) : nous rapporterons ici ce qu'il

(a) Dans les mines d'étain de Cornouailles, ces pierres qui interrompent le filon, sont appellées *jams*.

(b) Intitulé : *Connaissance des veines de houille ou de charbon de terre, & leur exploitation dans la mine ; avec l'origine des fontaines, & de là des ruisseaux, des rivières & des fleuves ; avec planches relatives au charbon de terre.* Nancy, 1774, in-8°. Cet ouvrage qui paraît fait anciennement, quoique donné récemment, ne ré-

pond point du tout à ce qu'annonce le titre : il manque d'ailleurs par plusieurs défauts essentiels ; il n'est pas à beaucoup près assez développé, il n'y regne point de clarté, beaucoup d'expressions présentent des idées fausses ; quelques opinions particulières à l'auteur visent à la singularité. Nous en releverons quelques-unes quand l'occasion & le besoin l'exigeront.

La seule chose digne de remarque, à mon avis, dans cet ouvrage de 149 pages,

dit sur l'épaisseur & la direction de ces massifs pierreux. Selon lui, une faille dans son sommet, c'est-à-dire, la partie qui approche le plus du jour, aura depuis 42 jusqu'à 175 pieds d'épaisseur dans son enfoncement à une profondeur de 3182 pieds; il assigne son épaisseur de 420 pieds, & prétend qu'elles sont toutes inclinées. Ayant eu occasion de fréquenter pendant plusieurs années les houillères de Liege, il a eu connaissance des deux failles que nous avons distinguées, comme le font les houilleurs Liégeois, en *grande & petite faille*, & même d'une troisième; il les a représentées dans une *planche* de son ouvrage. La *grande*, qu'il prétend prendre son commencement à la veine nommée *bonne ou baume*, & couper toutes les veines qui sont au-dessous, a, d'après ses observations, une marche réglée du levant au couchant. Il ajoute que cette direction a été observée depuis Aix-la-Chapelle jusqu'en Angleterre; qu'elle coupe la grande traînée des veines de houille qui s'étend d'Aix, Liege, Huy, Namur, Charleroy, Mons, Tournay, & de la par-dessous l'Océan, jusque dans les mines de charbon de la Grande-Bretagne, où elle se trouve comme dans les autres houillères, & selon la même direction. Son inclinaison du nord au midi, est de $16\frac{1}{2}$ degrés, & n'est pas toujours réglée. La *petite faille* est éloignée de la première de 2100 pieds à son ouest; elle n'a, ainsi que la suivante, aucune marche fixe, point de parallélisme entre elle ni avec la première: au contraire, elles viennent se rapprocher à son orient. Une troisième *faille*, que M. Genneté dit être de 60 toises, ou 420 pieds d'épaisseur, passe au levant de la première, & se trouve au fond de la terre entre la 56^e veine, qu'il appelle *le moine*, & la 57^e veine nommée *belle au jour*. On conviendra qu'il n'est pas trop possible d'imaginer comment l'observateur a pu s'y prendre, pour déterminer ces dimensions d'un manière si précise. Les failles pouvant rencontrer & couper les veines par le haut, par le bas, ou dans leur enfoncement en profondeur, ou dans leur trajet en longueur, ou entre leur longueur & leur largeur, les observations qui peuvent avoir été faites

est un état très-curieux, en le supposant exact, des veines de houille qui sont partie du massif de la montagne de S. Gilles près de Liege, dont j'ai parlé ailleurs. Cet état est beaucoup plus circonstancié que celui que j'ai donné; il comprend jusqu'à 61 veines. M. Genneté les désigne par les noms qu'elles avaient alors: il indique les membres, qu'il appelle improprement *branches*, dont chacune est composée, au moyen des *nerfs* de séparation ou *laves*, que les houilleurs de ce tems nommaient *houages*. De cette description de l'intérieur de la

montagne de S. Gilles, considérée dans l'ensemble de ces 61 veines, il résulte pour somme totale de leur épaisseur, un solide de houille de 22 toises 6 pouces & demi (*toise de montagne de 7 pieds*), au lieu de 7 toises 5 pieds 4 pouces, pour produit des 26 veines seulement, dont j'ai donné l'énumération, & qui, en y comprenant 564 toises 1 pied de *stamps* ou intervalles de séparations, composées de terres ou de rochers, fait 584 toises 1 pied 6 pouces & demi pour tout le massif de la montagne,

sur les dérangemens qui en résultent dans le corps où dans une partie des veines, deviennent intéressantes : nous rapporterons ici celles de M. Triewald. (a) Nous supposons au préalable, que l'on est instruit par ce que nous avons dit en général, des principales circonstances relatives à ce sujet. Une veine, par exemple, qui s'abaisse vers le sud-est, ayant été séparée dans son enfoncement, la faille qui la coupe s'étend vers le nord-est & vers le sud-ouest. La longueur d'une veine marchant vers le nord-est, & vers le sud-ouest, venant à être coupée, la faille se répand vers le sud-est & vers le nord-est.

352. COMME ces interruptions peuvent se faire entre la largeur & la longueur d'une veine, la direction de la veine étant vers le sud-ouest & vers le nord-ouest, & l'enfoncement & l'élévation de celle-là se dirigeant vers le sud-est & le nord-ouest, il faut que la faille se répande vers l'ouest-sud-ouest, & vers l'est-sud-est.

353. EN travaillant à une veine qui s'enfonçait vers le sud-ouest, on rencontra une faille qui interrompait la veine; après avoir percé ce rocher, on ne trouva point de l'autre côté le moindre indice de charbon. Cependant, en perçant la galerie 200 pas au-delà, on découvrit la croupe d'une veine qui était plus basse que celle qui avait été perdue. Il n'était plus difficile alors de la retrouver; les couches qui l'accompagnaient en-dehors & en-dessous, & qui furent reconnues, montrèrent que c'était la même; & ce qu'il y avait de remarquable, c'est que la faille disparut du côté de l'ouest, & que les deux parties de la veine se retrouvèrent unies ensemble, après avoir été séparées l'une de l'autre à une distance considérable. Lorsqu'on est dans le cas de pratiquer une galerie ou espèce de *bacnure* au travers d'une faille, on doit se souvenir de l'attention qu'il faut avoir de suivre le *tyon*, pour conduire cette route en conséquence de l'élévation ou de l'abaissement de cette *trace* du charbon. La veine est toujours meilleure alors à trouver *sous le pied*, comme disent les mineurs, ou *sous la main*, parce qu'alors la veine remontant d'une plus grande profondeur, traverse certainement une plus grande étendue de terrain avant de ressortir au jour, & qu'alors on peut la travailler plus long-tems.

354. NOUS avons indiqué la manière dont les veines se *rihoppaient*, en-haut ou en-bas, dans les plattures : les *planches III & XI* de la première partie, & la *planche I* de cette seconde, rendent sensibles ces changemens qui arrivent à l'occasion des failles; il n'est pas moins important d'avoir quelque exemple des *rihoppemens*, dans les relevemens de veine. M. Triewald en a rencontré un assez rare : voyez *fig. 7. pl. XXXII*. La ligne A B indique la surface du terrain; le point B est l'extrémité de la veine qui

(a) Troisième mémoire, *Actes de l'Académie de Suède*, année 1740.

s'enfonce du nord-ouest vers le sud-est; de C, elle commence à remonter vers l'est, en prenant sa direction vers le point E de la montagne située vis-à-vis, où l'on devrait trouver la croupe de la veine; mais au lieu de s'étendre jusque là, elle s'arrête en chemin & se renfonce du point E vers le sud-est, au point D, d'où elle remonte vers la surface A, où sa dernière extrémité *s'ope* au jour. Ce qui la forçait de quitter sa direction naturelle, était vraisemblablement le trouble exprimé en E au-dessus de la réunion de la veine D C.

355. A ce sujet, M. Triewald fait observer que la plupart des veines qui remontant du fond vers la surface, sans être interrompues dans cette marche, ont une descente égale, qui court du dehors de la ligne horizontale, tirée du point de la surface, jusqu'au point le plus bas de la profondeur, ont une quarrure rectiligne; c'est-à-dire, qu'une veine qui, de son extrémité supérieure, descend en ligne droite, fait un angle rectiligne avec la ligne horizontale, quoique du reste cet angle soit plus aigu dans les uns que dans les autres, comme on le voit par les *fig. 5 & 8, pl. XXXIII*. Dans ces deux *figures*, A B indique la ligne horizontale; B, est la tête de la veine; B C est la veine, dont la direction est oblique, & qui joint la ligne A B au point B, en faisant avec elle un angle rectiligne; du reste les angles A, B, C, sont plus grands dans la *fig. 8* que dans la *fig. 5*.

356. On conçoit que ces dérangemens peuvent varier à l'infini: en jetant les yeux sur la *pl. II*, partie II, on voit que la faille qui vient couper les grandes veines ou platures des trois maîtres roisles, occasionnerait un dérangement bien plus considérable, & dérouterait bien autrement la pourchasse des travaux, si elle donnait dans le point de rencontre où les trois veines sont relevement de pendage en angle aigu; toute cette partie entièrement détruite & occupée par la faille, ôterait sans contredit toute facilité de retrouver les grandes veines, dans la portion où elles reviennent alors du fond, sur-tout si leur *rihoppement* était en-bas, au lieu d'être *rihoppement en-haut*.

357. M. Triewald remarque qu'il arrive souvent qu'une veine de charbon, avant de parvenir jusqu'à une faille, s'étend à une grande distance en formant une espèce d'arc. Cette inflexion est représentée par la *fig. 10* de la *pl. XXXIII*, où a b indique le trouble, E F la veine principale, C D le toit formé par un *cos* sablonneux, appelé par les mineurs Suédois *Bryn*; (a) G H une couche schisteuse, I K la veine supérieure, & L M son toit qui est un banc de pierre.

(a) Qui vraisemblablement est le *fréqstene*.

Des

Des eaux , des fentes aqueuses ou ouvertures qui donnent de l'eau dans les mines , & de l'issue qu'on pratique à ces eaux au pied d'une montagne.

358. LES eaux que l'on est sujet à rencontrer dans les fouilles de mines , sont à considérer dans plusieurs points de vue distincts , comme par rapport à la place qu'elles occupent davantage , par rapport aux couches ou lits qui en donnent le plus , & quant aux fentes par lesquelles elles se font jour , ou quant aux tems où elles paraissent plus abondantes. La partie de la mine où il se trouve plus d'eaux , devrait être universellement décidée par les gens du métier ; leurs relations ne sont cependant rien moins que conformes les unes aux autres. Quelques mineurs avancent , d'après l'observation , que plus ils creusent , plus les eaux diminuent , & qu'elles sont plus abondantes vers la superficie. L'auteur des mémoires manuscrits sur les carrieres de houille d'Anjou , dit la même chose ; & nous avons fait une remarque à ce sujet. L'expérience des houilleurs Liégeois est toute contraire : plus on dilate , plus on découvre d'eaux ; plus on fait d'ouvrage , plus on est gagné par les eaux. Voilà leur dire , & ils ne font à cet égard nulle distinction de la partie la plus élevée ou de la plus enfoncée dans la mine. Leur expresseion ne peut être prise que dans la réalité du fait , & l'on peut assurer que la chose doit être ainsi , au moins en général , sur - tout dans les carrieres de houille. L'organisation des terrains qui renferment ce fossile , & que nous avons développée avec soin par-tout où nous avons pu le faire , établit incontestablement que l'épaisseur première , ou la plus superficielle , est de nature à tenir un très-grand volume d'eaux ; que la partie de la mine la plus profonde en contient de même un pareil ou un plus grand volume ; que ces eaux , pour lesquelles on est obligé de recourir aux cuvellemens , aux plates-couves , afin de les empêcher de tomber dans les ouvrages , appartiennent en particulier à chacune de ces deux parties différentes de la mine ; que celles du haut ne peuvent descendre en - bas , lorsqu'on ne fait pas d'ouverture dans cette première épaisseur ; & que celles de la partie la plus profonde de la mine , si elles ne sont pas emprisonnées dans des grottes , dans des vuides immenses , trouvent dans les bandes supérieures un obstacle à leur élévation perpendiculaire même en vapeurs. On a vu quelquefois de ces eaux profondes assez abondantes pour n'être point diminuées par cinq machines à feu , qui rapportaient ensemble un ruissseau d'un pied de coupe.

359. UN savant académicien de Stockholm (a) , dans un mémoire communiqué à cette compagnie , prétend que l'eau qui embarrasse les mines ,

(a) Quelques regles démonstratives concernant la marche des minéraux , l'ouverture des mines & leur étalement , par

M. Brandt , docteur en médecine , & architecte du royaume , ann. 1745.

provient principalement & proprement de la hauteur de la colonne d'eau la plus voisine, & que sa pression plus ou moins considérable sur les veines, canaux & fentes souterraines, ne doit pas être attribuée à la plus ou moins grande étendue superficielle & horizontale; qu'elle n'est qu'en proportion de la profondeur horizontale des fossés sous ces masses d'eau.

360. POUR ne nous en tenir qu'à des faits, nous ajouterons à ce que nous avons rapporté dans la première partie, sur les couches aqueuses, que l'eau ne se trouve jamais dans la *claye* lorsqu'elle est ferme & dure; qu'il s'y en trouve quelquefois, mais très-peu, lorsqu'elle est lâche & sablonneuse; qu'enfin les lits aqueux sont ordinairement ceux qui sont placés au-dessous des couches noires & lâches. Les eaux provenant par des fentes naturelles, sont encore différentes par rapport à ces ouvertures; ces fentes sont communes dans toutes les matières qui composent l'intérieur de la terre; elles doivent former une partie des connaissances de quiconque s'occupe des travaux souterrains. Leur largeur varie depuis la petite ouverture jusqu'à plusieurs toises, & selon les matières où elle se trouvent. Dans les substances molles & dans les lits profondément enfouis, elles sont assez éloignées les unes des autres, & plus étroites. Dans les matières calcaires, elles sont perpendiculaires à l'horizon. Dans les bancs de grès & de roc vif, elles sont obliques & irrégulièrement placées. Dans quelques matières compactes, comme marbres; pierres dures, & dans les premières couches, elles sont plus multipliées & plus larges; souvent elles descendent depuis le sommet des masses jusqu'à leur base; d'autres fois elles pénètrent jusques dans les lits inférieurs. Les unes vont en diminuant de largeur, d'autres ont dans toute leur étendue les mêmes dimensions.

361. POUR ce qui est des tems auxquels on doit s'attendre davantage à la rencontre embarrassante des eaux, il est d'observation qu'elles sont en général plus abondantes en hiver, suivant l'espèce de température, & suivant les pluies. C'est ordinairement en mars qu'elles donnent davantage, à cause des fontes de neiges; on les a vu quelquefois très-basses à Noël. Ces remarques ne sont pas indifférentes, par rapport au tems favorable pour la première fouille, & que nous indiquerons lorsque nous entrerons en matière sur les fossés ou puits de mines. (a)

362. LORSQU'ON peut former au pied d'une mine une *arène*, l'exploitation se fait avec un double avantage, par la facilité d'extraire une partie du charbon, & de se débarrasser des eaux par cette galerie, qui devient en même tems aqueduc. C'est ce qu'on nomme dans quelques endroits de

(a) Dans tous les approfondissemens, inférieure au terme de dix degrés du thermomètre de Réaumur; en hiver elles sont à peu près du même degré de température moins froides qu'en été.

France percement , *galerie de pied* , en langue suédoise , *watten-stoll* , en latin *cuniculus* (a). L'ouvrage le plus considérable que nous ayons dans ce genre en France , est celui des fosses de Frènes , qui a onze cents treize toises de longueur , dont une grande partie est construite sur pilotis , & revêtue de bois dans l'intérieur , à cause de l'instabilité du terrain. Celui du puits du Roc , paroisse de Chalonne en Anjou , est encore remarquable ; mais l'une & l'autre ne servent que de canal pour les eaux. Les ouvrages du bure *Pelé-Thier* , vis-à-vis le Val-Benoît , à Liege , qui était abandonné depuis quarante ans , viennent tout nouvellement d'être attaqués de cette manière , dans l'intention de tirer par cette galerie la houille , & les eaux s'il est besoin. C'est un objet de dépense forte à la vérité , mais de conséquence pour certaines mines , relativement à leur situation. Dans les mines d'Allemagne , les entrepreneurs d'un percement ont le neuvième du minéral qui se détache de la mine qu'ils ont débarrassée.

363. L'ABONDANCE des eaux qui se trouvent dans quelques mines , exige qu'on veille avec attention à ce canal , dans lequel elles occasionnent toujours des éboulements , des dépôts considérables de limon , qui interrompt leur cours , & ferme l'aqueduc. C'est à cause de ces dommages qu'il n'est permis dans aucun pays de s'emparer de ces travaux sans le consentement des propriétaires.

Détails circonscrits sur la marche particulière que les veines de charbon tiennent dans la terre.

364. ON doit se rappeler que c'est dans les pays montueux , & non dans les pays unis , que se trouvent les mines de charbon de terre ; ce ne sont cependant pas les montagnes composées d'un roc vif , & qui s'élèvent brusquement , qui sont les plus propres à l'exploitation ; d'une autre part , les terrains bas sont trop sujets à être inondés. On regarde donc comme les plus favorables les montagnes ou terrains qui s'élèvent en pente douce , & qui retombent de même. Il est facile de juger , par la marche que l'on a décrite des couches qui forment la masse que l'on a à fouiller , que le travail y est plus aisé ; & d'ailleurs les espérances sont fortifiées par d'autres circonstances qui font varier la manière d'exploiter : telles sont le local , la facilité plus ou moins grande à reconnaître la tête ou le pied de la veine , comme dans les autres mines.

365. LA manière de rechercher les charbons de terre , dans des endroits où l'on n'en connaît pas , consiste d'abord , selon M. Triewald , à observer comment la surface de la campagne se tient dans sa montée ou dans sa pente ;

(a) On peut voir dans Agricola beaucoup de détails sur ce canal , livres IV & V.

S ij

ce avant prétend même que de cet examen on peut aisément inférer de quel côté le lit de charbon s'élève au jour. Pour l'ouverture de la mine, pour l'endroit propre à asséoir le bure, la connaissance de la direction & du pendage des veines est un préalable important, d'où dépend la sûreté de diriger l'ouvrage vers l'élévation, & de se débarrasser naturellement des eaux; on a vu aussi que ces deux circonstances forment l'objet pratique de la géométrie souterraine.

366. ON conçoit qu'il est fort intéressant de savoir vers quelles régions se répandent les veines. L'expérience fait connaître qu'elles observent toutes la règle constante, qu'en s'enfonçant ou en s'élevant vers quelque point du ciel, elles s'étendent de côté dans les deux régions opposées; de sorte que les charbons s'enfonçant vers le sud-est, il faut que les régions de l'enfoncement & de l'élévation se trouvent en sud-est, en nord-ouest. Or, ces deux régions étant opposées l'une à l'autre, il faut nécessairement que l'extension de la veine du côté se fasse vers le sud-ouest & le nord-ouest, régions qui partagent la boussole en deux parties égales.

367. M. Genneté, dans l'ouvrage dont j'ai parlé plus haut, établit une double marche des veines de charbon de terre, une qu'il nomme *marche particulière*, & une autre qu'il appelle *marche générale*. Ce qu'il appelle *marche particulière*, comprend ce que les houilleurs nomment *pendage*, c'est-à-dire, la manière dont les veines de houille parcourent une étendue limitée de terrain, en suivant une inclinaison différente. La marche qu'il appelle *générale*, est la série continue, ou la trainée de toute une bande de charbon de terre, qui ne pouvant être suivie dans sa profondeur, est supposée se retrouver au loin dans un autre pays: c'est ce que nous avons nommé *allure*.

368. LES mines du Hainaut, du Namurois, du pays de Liege, de Bohême, & des environs de Schemnitz en Hongrie, ont, selon cet auteur, une marche générale qui se dirige du couchant au levant, en déclinant de deux à trois degrés vers le midi. La trainée de houille qui file d'Aix-la-Chapelle par Liege, Huy, Namur, Charleroy, Mons & Tournay, jusqu'en Angleterre en passant sous l'Océan, & qui d'Aix-la-Chapelle traverse l'Allemagne, la Bohême, la Hongrie, &c. il conjecture que, de l'Asie, elle s'étend jusqu'en Amérique, où elle peut se suivre comme en Asie & en Europe. Cet auteur ajoute qu'en même tems que la marche particulière des veines les porte du midi au nord, la direction de la trace où elles se trouvent toutes, leur donne une marche générale ou trainée d'environ deux lieues de largeur, qui va du couchant au levant, en déclinant de deux à trois degrés vers le midi.

Direction, cours, allure des veines, itryka, Su. Manière de désigner cette circonstance par les degrés de la boussole.

369. ORDINAIREMENT une extrémité de la veine pointée à l'ouest, s'étend

de là à l'est; & sur vingt aunes de longueur, c'est-à-dire, trente-cinq pieds dix pouces environ, elle en gagne six de profondeur. Quelquefois les veines s'écartent un peu de cette marche: il s'en trouve qui pointent pour la plus grande partie au sud-ouest & au nord-est; mais elles se plongent également toutes plus ou moins vers l'est. Cette direction des veines vers quelque point de l'horizon, nommée par les houilleurs Liégeois *allure*, se désigne communément selon la marche des veines vers l'un ou l'autre de ces points de l'horizon, ou d'un point à l'autre, comme de l'orient à l'occident, ou du midi au nord. Assez communément elle se désigne encore par les degrés ou les heures de la boussole. Quand, par exemple, une veine court nord-est & sud-ouest, ce qui se marque N. E. S. O. on dit qu'elle va par les trois heures: ce sont les veines qu'on nomme *dressant* (a), relativement au pendedge horizontal; car elles ne sont jamais d'aplomb: on pourrait les appeler *veines surplombées*. Si une veine court N. S. c'est-à-dire, nord-sud, on dit qu'elle va par les douze heures. Celles qui vont de neuf à onze heures, sont celles qui sont sud-est-nord-est, comme celles de Wettime. On appelle *veines du matin* ou *veines du levant*, celles qui ont leur cours depuis huit heures jusqu'à six, ou qui se trouvent entre trois & six heures. Les filons dont la direction est entre six & neuf heures, sont nommés *filons du soir* ou *du couchant*.

370. Pour reconnaître, au moyen de la boussole, l'heure dans laquelle court la veine qu'on a trouvée, on présente la boussole de main dans le milieu de la veine. L'ouvrier doit placer l'instrument de façon que le levant soit à gauche, & le couchant à droite: dans l'usage, on place la ligne méridienne dans le milieu de la galerie, le septentrion selon sa direction.

371. LORSQUE l'aiguille est arrêtée, on tire une ligne droite en traversant la boussole, & ayant attention qu'elle soit parallèle à la direction de la veine. L'heure, c'est-à-dire, le degré sur lequel cette ligne passe, est l'heure dans laquelle la veine se dirige.

Pendedge des veines. Manière de le désigner par les degrés de la boussole, de le reconnaître à l'aide de cet instrument & de différentes méthodes.

372. IL n'est pas moins essentiel d'avoir égard à la seconde circonstance que nous avons observée dans les veines de charbon: nous voulons parler de leur pente ou situation relative à l'horizon, & qui se nomme *pendage*, *inclinaison*. A l'article du pays de Liege, j'ai eu recours, pour rendre sensibles

(a) *Vena propendens*, qui répond aux filons appelés dans les mines métalliques *filons précipités*, dont la direction est réellement perpendiculaire.

les différens degrés qui se remarquent dans cette inclinaison, à la supposition d'un parallélogramme dont la diagonale servant de mesure moyenne, déterminait les degrés d'inclinaison supérieure ou inférieure à cette diagonale. J'ai indiqué d'une manière précise, mais générale, les variétés remarquables dans cette marche, lorsqu'elle s'enfonce en terre & lorsqu'elle se relève. Il ne reste plus qu'à faire connaître la manière dont les ouvriers de mines désignent ces différences par les degrés de la boussole, & à développer quelques points intéressans sur cette inclinaison. Afin de donner d'un même coup d'œil une idée complète de ces pendages, nous avons rassemblé dans la *planche XXXIII* les figures qui se trouvent à la suite d'un mémoire de M. Triewald (a), d'où les éditeurs de l'Encyclopédie les ont tirées (b). Les éclaircissemens dont ce savant a accompagné ces coupes de mines, & la manière de s'assurer du cours du charbon, termineront cet article.

373. Les mineurs appellent *horizontal* un filon dont l'inclinaison est moindre que de 5 degrés. Un filon dont le cours est depuis neuf heures jusqu'à douze heures, ou qui est incliné du 50^e degré jusqu'au 20^e, est nommé *filon incliné*, *filon prolongé*. Celui dont l'inclinaison est au-dessous de 20 degrés, est désigné par le nom de *filon couché*. Le filon incliné depuis le 90^e jusqu'au 8^e degré, est appelé *filon perpendiculaire* ou *droit*, *filon debout*; on dit aussi qu'il court depuis douze heures jusqu'à trois, ou qu'il tombe entre les heures douze & trois. De là il résulte deux espèces principales, dont les autres ne sont que des subdivisions. Celles qui font un angle avec la ligne horizontale, depuis zéro jusqu'à 45 degrés, sont des veines à *pendage de plature*.

374. Les deux couches de la mine de Zwickau n'ont pas plus de 25 à 30 degrés d'inclinaison. Celles de la mine d'Edimbourg ont environ 40 à 45 degrés d'inclinaison du côté du midi. A Champagné en Franche-Comté, l'inclinaison de la mine est estimée presque à 45 degrés. Les veines qui font un angle avec la même ligne depuis 45 degrés jusqu'à 90, sont des veines à *pendage de roisses*. Presque toutes celles qui sont en Ecosse, sont de ce genre; il ne s'en trouve qu'un très-petit nombre à excepter.

375. IL est à propos, dans la pratique de l'exploitation, de se rappeler l'évaluation reconnue par l'expérience de la perpendiculaire qui appartient à chaque degré de pente de la veine, & dont nous avons fait mention en différentes occasions. Dans les couches de Falkire, province de Sterling en Ecosse, l'inclinaison des couches est d'une toise perpendiculaire sur dix; du côté du sud-est, elles en ont douze de longueur. La mine de Wittehaven a communément en pente une toise perpendiculaire sur six à sept de lon-

(a) Tome I, de l'Académie de Suede.

(b) Tome VI, *Minéralogie*, *Charbon minéral*.

gueur. Cette différence dépend de la nature du pays que parcourent les veines, la *cultellation* (a) faisant voir à peu près la même chose; c'est-à-dire, qu'il se trouve des terrains dont la pente est de quatre pieds par toise, & que la différence de la base à la superficie est souvent d'un 10^e, d'un 8^e, d'une 6^e, même d'un quart.

376. ON a pu aisément remarquer que dans la Flandre & dans les autres pays unis, les veines sont en *plattures* plus ou moins décidées; qu'au contraire, dans les pays montueux, il se rencontre des veines qui sont avec la ligne horizontale un angle depuis 6 ou 7 jusqu'à 10 degrés. Il est constant en général, que si l'on descend dans une galerie de 100 toises de longueur, faite sur les mines par couches ou par lits, telles que celles de charbon, dont la pente pour l'ordinaire est plus douce que celle des mines par filons, on aura à peine sur ces 100 toises, selon que le pendage sera roisse ou tiers de roisse, 10, 12, 15, 20 toises de perpendiculaire.

377. QUOIQUE dans le courant de notre ouvrage nous n'ayons rien omis de tout ce qui peut donner une connaissance entière du charbon de terre, considéré dans les différences de pente qu'on lui remarque dans sa marche, nous avons cru cependant ne pouvoir nous dispenser de donner place ici à un mémoire très-intéressant de M. Triewald sur cette matière. C'est un hommage que nous devons & que nous rendons avec plaisir à cet observateur, le premier qui a écrit sur les charbons de terre.

378. " Tous les bancs de charbon de terre peuvent être rangés, quant à leur pendage, dans une de ces deux classes, ou de *platture*, ou de *roisse*; & il faut établir comme un principe certain, que, nonobstant le plus ou le moins d'étendue que ces bancs peuvent avoir, ils suivent constamment jusqu'au jour la même direction avec toutes les couches qui les accompagnent. En cherchant la *veine principale*, il arrive souvent que l'on en rencontre d'autres qui, n'ayant qu'un pied ou un pied & demi d'épaisseur, ne valent pas la peine d'être *chassées*; ces petites *veinettes* suivent en tout la direction de la *veine principale*, à moins qu'elles ne soient *débauchées*. Du reste, on peut voir par la *figure 4, planche XXXIII* de cette seconde partie, comment dans le pendage roisse les veines de charbon & les bancs de pierre qui accompagnent la *veine principale*, s'élèvent avec elle en ligne parallèle jusqu'à son extrémité supérieure. La ligne A marque une ligne horizontale tirée sous la surface du terrain où l'on fouille les veines I C. E G L sont les couches (*wharf*) ou les bancs de pierre placés entre les veines de charbon I C, & qui suivent la même direction. Ces distances

(a) Terme dont se servent quelques auteurs pour signifier la mesure des hauteurs & des distances pièces par pièces, c'est-à-

dire, par des instrumens qui ne donnent ces hauteurs & ces distances que par parties, & non tout à la fois par une seule opération.

des extrémités des veines de charbon suivent en cela la proportion des distances perpendiculaires, & de ce quantum de la délicate. Plus les veines de charbon & les couches situées au-dessus ou au-dessous d'elles suivent dans leur direction une pente douce, plus l'extrémité de la veine inférieure devance celle de la veine supérieure, comme il est aisé de le concevoir par les figures 3 & 2, qui représentent aussi des veines roissées parallèles entr'elles. Or, quoiqu'une ligne perpendiculaire, supposée tirée entre les deux veines (dans la figure 2 depuis la tête de la veine E, & dans la figure 3 vers le milieu de la ligne horizontale), ait la même longueur dans les deux triangles résultans de l'incidence de la perpendiculaire sur la ligne horizontale, elle sera pourtant beaucoup moins longue dans la figure 2, que celle de la figure 3. La raison en est toute simple : l'angle formé par cette ligne perpendiculaire & par la ligne horizontale, étant plus grand dans la figure 3 que dans la figure 2, la base doit nécessairement être plus grande dans la première que dans la dernière. Il n'est pas difficile de conclure de ce que l'on vient de dire, que les veines de charbon appelées *plattures*, ont de beaucoup l'avantage sur celles que l'on nomme *roissées*. En creusant des puits de la même profondeur, pour percer l'une & l'autre espèce de veine, il est évident qu'on tirerait beaucoup plus de charbon de la première que de la seconde ; ce qui provient de ce que les lignes horizontales sont plus longues dans la figure 3 que dans la figure 2. (a)

379. Ce serait ici le moment de demander si la surface du terrain qui renferme les veines de charbon, venant à s'élever & à former une montagne, la direction des couches vers les deux côtés reste toujours la même à l'égard de leur élévation ou de leur enfoncement ; mais l'expérience ayant fait voir que quelques-unes des couches des terrains montagneux ont toujours continué de monter vers la hauteur de la montagne, tandis que d'autres ont suivi une direction toute opposée, on ne peut encore établir une règle certaine sur cette demande.

380. Il se présente encore une question touchant la pente d'une veine (*flutand*) & son relevement au jour. Une veine de charbon, ainsi que toutes les couches qui l'accompagnent, supérieurement & inférieurement, s'étant enfoncée considérablement depuis la surface du terrain, & venant quelquefois à changer d'allure de l'ouest à l'est, cette veine remonte-t-elle au point duquel elle avait commencé sa marche en descendant ? Par exemple, dans la coupe de mine, fig. 6, la couche a descendu depuis la surface A vers B, qui est supposée la moitié de sa marche ; a-t-elle

(a) J'ai rendu la chose très-sensible par la planche I de la partie II.

„ remonté

„ remonté ensuite de B vers C, ou a-t-elle continué sa marche dans la même
 „ proportion depuis B jusqu'à D, qui est l'hémisphère opposé à celui d'où
 „ elle est partie?

„ 381. Je n'ose rien assurer sur une matière qui n'est pas encore éclair-
 „ cie; cependant j'exposerai un sentiment fondé sur ma propre expérience.
 „ Je remarque d'abord que la situation de toutes les veines où l'on n'a
 „ jamais aperçu de changement de direction, s'est toujours opposée à un
 „ examen suivi, de manière à pouvoir en tirer des conséquences décisives :
 „ ou bien ces veines étaient situées sur le bord de la mer, & s'enfonçant
 „ du côté de l'eau, il n'a pas été possible de continuer leur fouille, parce
 „ que quand bien même elles seraient remontées vers la surface de la terre,
 „ quittant leur direction, leur dernière extrémité se serait trouvée dans le
 „ fond de la mer : ou bien elles se sont enfoncées vers le pied d'une mon-
 „ tagne, en sorte que le terrain s'est élevé au même endroit où les veines
 „ descendaient, & qu'on n'a pu les suivre, ni observer par conséquent si
 „ elles changeaient de direction, ni comment s'opérait ce changement : ou
 „ bien elles ont été interrompues par des *failles*, de manière qu'il n'a pas
 „ été possible de rien constater sur leur *direction*. Mais j'ai aussi rencontré
 „ des veines qui allaient en descendant & en remontant. Par exemple, je
 „ suis descendu sous terre, *même fig. 6*, au point C : de là j'ai suivi l'enfon-
 „ cement de la descente de la veine de charbon jusqu'à B, où elle change
 „ de direction, & j'en suis remonté au jour près du point A, qui indique
 „ une région tout-à-fait opposée à C. Ce changement de *direction* ne pou-
 „ vait être attribué ni à un crein, ni à une faille; car il n'y avait point
 „ de ces accidens : les charbons que donnait la veine étaient bons, & cou-
 „ chés dans une ligne exactement droite. Une autre observation m'a con-
 „ firmé dans l'opinion où je suis, que toutes les veines de charbon re-
 „ montent de leur extrémité inférieure, par la même extrémité dont le
 „ trop grand enfoncement apporte obstacle à leur pourchasse jusqu'au bout,
 „ parce qu'il n'y avait pas moyen de décharger les eaux souterraines ou
 „ de procurer à la mine le changement d'air nécessaire; car j'ai trouvé que
 „ les veines que l'on fouillait à leur opposée leur répondaient exacte-
 „ ment. (a)

„ 382. J'ai encore vu une veine de charbon, qui d'abord suivait une
 „ pente si douce qu'à peine on pouvait distinguer son inclinaison; à une
 „ certaine distance, cette veine s'éleva un peu davantage, & monta ensuite
 „ avec tant de promptitude, qu'au lieu de s'être élevée d'abord d'un seul

(a) L'observation générale est conforme à ce qu'avance ici M. Triewald, & paraît lever absolument le doute que ce savant n'a laissé subsister que par la crainte de se tromper, en ne fondant son opinion que sur sa propre expérience.

„ pied en 12 ou 14 pieds de longueur, elle vint à monter d'un pied en trois : voyez la coupe de mine représentée par la fig. 9 (a). A, B indiquent la ligne horizontale; D, C marquent la veine de charbon qui monte tout doucement; mais arrivée à C, elle s'élève sur-le-champ vers la lettre A, où est son extrémité supérieure.

„ 383. La mine de Jarl Winton, située dans le comté de Tranent (b), me fournira un autre exemple très-remarquable de changement de direction dans les veines de charbon. Celle de cette mine qui est très-considérable, & qui a 10 ou 12 pieds d'épaisseur, commence près la ville de Tranent, où on la fouille; de là elle s'élève vers le marais du comté d'Elphingstons, situé au sud-ouest, & passe par-dessous la maison de ce seigneur; elle se renfonce ensuite vers le marais situé entre Elphingstons & Omistou, vers le sud-est.

„ 384. Je dirai encore un mot d'un cas assez rare à la vérité, mais qui peut cependant arriver. La singularité du changement de direction m'a engagé de le représenter, Voyez fig. 7. La ligne A B indique la surface du terrain; le point B est l'extrémité de la veine qui s'enfonce du N. O. vers le S. E. & elle commence à remonter vers l'est, en prenant sa direction vers le point E de la montagne située vis-à-vis, où la croupe de la veine devrait se trouver; mais au lieu d'aller jusque là, elle s'arrête en chemin, & se renfonce ensuite du puits F vers le puits du S. E. marqué par D, d'où elle remonte vers la surface en A, où sa dernière extrémité ressort au jour: on doit observer au reste, qu'en E la veine rencontre un trouble qui vraisemblablement l'a forcée de quitter sa direction naturelle.

„ 385. Les fig. 5, 8, 9, acheveront de donner une idée claire de la manière dont les veines de charbon descendent en plature ou en roiffe, toutes les fois qu'elles ne sont point interrompues dans leur marche par quelque faille. Dans ces trois coupes de mines, A B marque l'extrémité supérieure ou la tête de la veine. La ligne A C tombe perpendiculairement de la ligne horizontale, indiquée A C, fig. 8, & B D, fig. 9. La ligne B C, dans la première, est la veine principale, qui descend de l'extrémité B, & qui fait voir la véritable descente de la couche. A indique l'endroit où il faut afferir le bure, quand on a découvert près du point B l'extrémité de la veine, qui est la plus abondante, & de meilleure qualité que la veine de dessous. „

(a) Elle représente une grande veine ou plature de roiffe, telle que ce pendage en forme à chacune de ses extrémités. Voyez ce qui a été dit sur les deux extrémités opposées des veines, dans quelque

pendage que ce soit.

(b) Au comté de Haddington, province de Lothiane, à l'orient du bailliage d'Edimbourg.

Différens moyens pour la perquisition de l'allure & du pendage des veines.

386. LORSQU'UNE fois, à la faveur d'un puits, on est tombé sur la veine, l'opération la plus ordinaire pour parvenir à reconnaître le pendage, consiste à s'orienter avec la boussole, de la manière que nous en avons décrit le procédé à l'article de Liege. M. Triewald, pour reconnaître & le pendage & la direction des veines, recommande de multiplier les puits (a). Voici sa méthode, pour laquelle le lecteur doit recourir à la *pl. XXXIII. La fig. 1* est le terrain dans lequel on veut faire des recherches. Dans les points P, O, K, L, M, N, se montrent au jour plusieurs veines, & la principale que l'on veut reconnaître. " Je procède de la manière qui suit : sur toute la surface de Pn, o K, après avoir percé perpendiculairement en-bas, de K jusqu'à ce que j'arrive à G L, alors je marche dans la même direction, & je pratique perpendiculairement un petit puits en L, jusqu'à ce qu'on arrive à la veine M H, ou bien au second lit de pierre *sten beid* ou couche (*wharf*) ; ensuite on marche encore dans la même direction ; & à une pareille distance, on fait au point M un petit puits qui tombe perpendiculairement en I, à l'endroit où l'on trouve du charbon de pierre qui s'élève de I en N. Si l'on n'y trouvait point de cours de charbon, ce serait une marque que les lits de pierre que l'on a rencontrés en faisant le puits, sont au-dessous du cours du charbon ; & par conséquent il faut marcher en arrière dans la même direction, faire un puits perpendiculaire en o ; & dans le cas que L K ne fussent point des couches de charbon, on le trouvera certainement de la manière susdite en o ou en p. Lorsqu'on fait comment les couches ou *strata* s'élèvent ou penchent, on procède de même, & l'on continue ainsi en enfonçant des puits de la manière qui vient d'être détaillée. Il n'y a point d'autre différence à y observer, sinon qu'en forant (*bora*) il faut bien remarquer, & mettre de côté la poussière qu'on rapporte avec la cuiller n^o. 8 ou n^o. 9, de la tarière de terre. Cette pratique, par laquelle on va, comme disent les Anglais, à la découverte de la pente des métaux ou des charbons par le sommet, est à la vérité plus dispendieuse que celle des trous de sonde ; mais quand la perquisition porte sur un terrain neuf, & qu'on ne connaît point de mine de charbon dans le voisinage, cela est bien plus sûr pour découvrir la *puissance* & la pente des charbons : choses très-essentielles à connaître, si l'on veut tirer un parti convenable de ces mines, dont il fera parlé plus au long, quand il s'agira de la manière de bien exploiter les (*cours*) charbons de terre lorsqu'ils ont été découverts.

(a) Art. IV. Manière de rechercher les charbons de terre dans les endroits où l'on n'a pas encore fouillé. Ann. 1740, tome I.

„ 387. Si au contraire on veut chercher du charbon de terre dans un terrain où il n'y a ni mer, ni rivière à haut rivage, qui puissent indiquer „ l'élévation ou l'abaissement des cours (*flot, strata*), couches ou lits, il „ faut enfoncer au hafard, jusqu'à ce qu'on soit parvenu au travers de la „ terre nourricière du sable (*mo*), ou au travers de l'argille (*lera*), qui, „ ni l'un ni l'autre, ne courent point avec les lits inférieurs, & montent „ leurs têtes jusqu'au jour; & quand on trouve la première pierre ou lit „ d'ardoise, on peut exactement voir & observer sa direction, son élé- „ vation, sa marche montante ou sa marche descendante: alors on pro- „ cède comme il a été dit, puisque, pour découvrir des couches de char- „ bons, qui dans un tel champ peuvent se trouver les uns sur les autres, „ il n'y a pas de moyen plus sûr que celui dont j'ai donné la description & „ la figure.

388. „ EN faisant la recherche des charbons, soit avec la tarière, soit „ avec des puits, il faut marcher en avant ou en arrière, & percer (*bora*) „ dans la direction dans laquelle on trouve que les lits s'élèvent ou s'abais- „ sent vers le centre de la terre.

389. POUR peu que l'on ait saisi les principes sur lesquels les houilleurs Liégeois conduisent leur exploitation, on reconnaîtra que leur application au cas dont il s'agit, a un grand avantage sur le moyen proposé par M. Triewald. Des l'instant que le petit bure ouvert au point F a rencontré du charbon dont l'élévation est reconnue de F en O, l'enfoncement de nouveaux bures ne présente aucun motif d'utilité: il paraît bien plus naturel de procéder alors à l'établissement du même bure dans la partie la plus basse du pendage, pour aller rencontrer en montant, toutes les veines qui ne peuvent manquer d'avoir été traversées par le bure. Les planches mettent dans le plus grand jour la supériorité de la méthode Liégeoise par baenures, pour passer d'une veine dans une autre, sans recourir à autant de puits de jour qu'il y a de veines.

390. CETTE répétition de fouilles, conseillée par M. Triewald, entraîne visiblement une dépense qui, dans les endroits où les mains-d'œuvres sont chères, peut être d'autant plus considérable qu'elle est multipliée pour quatre ou plusieurs bures. Ce n'est pas un médiocre inconvénient; il a frappé un autre savant de Suède, aussi de l'académie de Stockholm, qui a cherché à l'éviter, & il y a recueilli dans les mines de la province Schonen ou Scanie. (a) Au lieu de bures, il fait seulement avec la tarière sur les couches même de charbon, trois trous de sonde, éloignés les uns des autres de plusieurs centaines d'aunes. Ces trois ouvertures à égale distance les uns des autres,

(a) Troisième volume des Mémoires de l'académie de Suède, page 149.

forment un triangle qui, par la marche & l'abaissement des veines, indique la direction des couches (a). Il paraît par ce que nous avons rapporté à l'article des mines de charbon d'Angleterre, que cette manière de juger de l'inclinaison des couches, est connue & pratiquée dans ce royaume. Il est des circonstances dans lesquelles elle a son mérite; l'avantage particulier qu'on doit lui reconnaître, est relatif au pays où les veines seraient irrégulières & sujettes à des creins. On n'a pas de peine à concevoir que, dans la supposition qu'on se bornât à un seul trou de sonde, on pourrait aisément être induit en erreur, si l'on venait à tomber sur un crein, dont on ramènerait la poussière dans le fouilloir; mais le second ou le troisième forage, en tombant sur une partie de veine qui ne serait pas altérée par cette défecuosité, donnera la connaissance de ce que l'on cherche. L'usage de la sonde ou tarière de terre, quelque dispendieux qu'il soit, peut donc avoir son mérite; par exemple, dans une entreprise en grand & en particulier sur un terrain où l'on voudrait uniquement s'assurer de la puissance & de la direction d'un banc de charbon qu'on aurait reconnu peu éloigné de la superficie. Un directeur de mine doit par conséquent avoir une idée nette & précise de cet outil important; nous invitons le lecteur à jeter de nouveau les yeux sur la *planche XVI*, relative à cette tarière (b), & sur ce que nous en avons dit à la seconde section.

391. EN 1770, M. Geis a publié à Vienne une description fort détaillée de ce *perçoir de montagne*, appelé par les Suédois, *jord booren*. C'est celle dont l'auteur de l'espèce de traduction de l'ouvrage de l'académie de Freyberg a fait usage; il en a porté les développemens à la *planche 18 & 19*, où l'on trouve le même appareil disposé pour deux percemens dont je n'ai pas parlé, celui de *bas en haut*, & celui dans une *direction horizontale*.

392. *Planche XVI*, figure 1. a, B b, c c, tige de la tarière ou sonde, composée de plusieurs pièces de fer, qui s'assemblent à vis les unes aux autres; leur nombre est indéterminé, ainsi que leur longueur, ce qui dépend de la profondeur à laquelle on veut sonder. Dans la figure adoptée par les auteurs de l'Encyclopédie, chaque pièce, au lieu d'être *frettée* au milieu de sa longueur, comme au n°. 1, est percée d'un trou dans lequel on introduit un boulon de fer, pour fixer une partie de la tarière, quand on veut

(a) L'auteur en a donné la démonstration rapportée à l'article de la géométrie souterraine.

(b) D'ailleurs cette tarière connue dans le royaume il y a près de cinquante ans; pourrait s'employer utilement pour la recherche de différentes terres & substances

fossiles propres aux arts, ainsi que pour la découverte des sources d'eaux: ce qui la rend intéressante pour les économistes de campagne. Vers l'année 1750, madame Tirou de l'Ailly, alors dame de Drancy, près le Bourget, fit usage de cette sonde, pour se procurer des eaux dans cette terre.

en visser ou dévisser une autre. La construction de ces pieces se voit distinctement dans les *figures* suivantes.

N^o. 1, premiere piece de la tariere, traversée dans sa tête d'un trou pour le *manche* ou *forneur* F F; entre ces deux frettes, est une gorge qui reçoit le levier n^o. 2, vu en situation dans le petit appareil, *fig. 3*: à sa partie inférieure cette piece est taraudée en écrou, afin de recevoir la vis de la fraise n^o. 6, nommée aussi *ciseau* ou *trépan*; elle est propre à percer certaines pierres ou couches de terre. Cet écrou reçoit encore la vis de la seconde piece de la tariere, lorsqu'on a besoin d'une plus grande longueur.

N^o. 2, levier fourchu de l'appareil, *fig. 3*; ses branches embrassent la gorge de la premiere piece.

N^o. 3, barre de fer terminée supérieurement par une vis retenue dans l'écrou inférieur de la premiere piece, ou dans celui des autres pieces; il y manque au milieu le trou pour recevoir le levier fourchu de l'appareil *fig. 3*, au moyen duquel on visse les pieces les unes aux autres: à sa partie inférieure, elle est creusée en écrou, pour recevoir la vis d'une des meches, cuillers, tréfans, ou celle d'une piece semblable, si le trou est assez approfondi pour l'exiger.

N^o. 4 & 5, deux différentes lanternes, meches ou cuillers (a), pour les terrains glaiseux; les parties inférieures de ces deux pieces ne paraissent pas formées convenablement à l'objet auquel on les destine, de retenir & d'amener les échantillons de la substance dans laquelle on les introduit. Il faut avoir une provision de ces deux especes de meches.

N^o. 6, meche ou trépan; c'est la même qui est adaptée à la premiere piece en 6.

N^o. 7, autre trépan ou foret en langue de serpent, pour percer les rochers les plus durs.

N^o. 8 & 9, deux autres cuillers ou lanternes, pour rapporter les échantillons des terrains sablonneux.

N^o. 10, clef ou tourne-à-gauche servant à visser & dévisser les différentes pieces de la tariere ou les meches, tréfans, cuillers, qui s'y adaptent. La partie inférieure recourbée embrasse la partie quarrée de chacune de ces différentes pieces.

N^o. 11, bonnet de la sonde de l'appareil *fig. 2*; ce bonnet s'adapte à la vis de la premiere piece. Le crochet qui vient du treuil, doit être mobile au centre du bonnet, ainsi qu'un émerillon (b), afin que la sonde puisse tourner sans tordre la corde qui sert à le suspendre.

(a) *Nafiore*. Su.

maniere qu'il peut y tourner avec beau-

(b) *Emerillon*, terme de cordier; crochet de fer, disposé dans son manche de

coup de facilité.

N^o. 12, entonnoir de fer qui s'adapte à l'extrémité inférieure de la partie de la tige qu'on a retirée de la fouille lorsque cette tige est cassée, & qu'il en est resté une portion dans la sonde. Pour cela la partie intérieure de l'entonnoir est taraudée & acérée; son ouverture inférieure étant descendue perpendiculairement dans la sonde, elle saisit la partie de la tige qui est restée, en tournant du sens convenable pour faire mordre les filets intérieurs: par ce moyen, on retire la partie de la tige qui était restée dans la fouille.

La manœuvre qui s'exécute avec la sonde, ne tient pas seulement, comme on l'a vu, à l'action d'enfoncer en terre les différentes pièces qui forment sa longueur: cela ne peut se faire sans être obligé de tems en tems de substituer une pièce à une autre; de là il résulte deux actions différentes, l'enfoncement en terre, & l'élevation hors de terre: elles ont été détaillées précédemment; nous les rappellerons ici en peu de mots, afin d'aider le lecteur à en prendre une idée nette & précise.

Un ouvrier fait tourner le moulinet *h*, *fig. 2*, pendant que l'autre va au fouilloir, n^o. 4, 5, 8, 9, & pose sur la boîte un levier fourchu *s*, sous l'entaille de la pièce du milieu la plus basse; sur ce levier fourchu, pose alors tout le fouilloir, tandis qu'avec les deux clefs *p* & *v*, l'ouvrier le dévisse, autant qu'il paraît élevé au-dessus de la fourche.

Ensuite l'ouvrier prend par un bout la pièce dévissée, & la porte sur le bord en terre, en même tems que l'autre ouvrier lâche la corde du *devidoir*.

Alors les pièces du milieu se mettent en terre jusqu'à ce qu'on en ait besoin; mais le bonnet de la sonde est remplacé sur la longueur ou sur le bout du fouilloir qui repose en attendant dans le trou sur le bonnet de la sonde. On enlève ensuite ce crochet, & l'ouvrier va au moulinet, afin d'aider l'autre ouvrier, & soulever encore une longueur, & on continue jusqu'à ce que tout le fouilloir soit retiré. Est-il encore question de le redescendre dans le trou? on l'y replonge à la longueur qu'il se trouve suspendu à la corde, jusqu'à ce que la dernière pièce du milieu soit entrée dans la caisse; alors on pose le levier fourchu sous l'entaille, on souleve une autre longueur que l'on visse, & l'on continue.

Premier appareil, fig. 2.

x x x, plate-forme de charpente au niveau du terrain, à laquelle est fixé le guide de la tarière.

T, espèce de chevre formée de trois longues perches, dont on n'en a fait voir que deux servant à suspendre la poulie, par le moyen de laquelle on relève la sonde pour vider les cuillers; une de ces perches est garnie de ranchers par lesquels on monte à la poulie.

h, treuil dont le support est fixé en terre, ou chargé d'un poids suffisant pour que la corde qui suspend la sonde & qui s'enroule sur cette poulie, ne puisse pas l'entraîner quand on veut relever la sonde.

Dans la *planche* de l'Encyclopédie, au lieu de la tarière représentée ici hors de l'appareil, c'est un gros cordage qui réunit les trois perches en T, & les maintient en situation verticale; ce *hauban* est *haubané* (*a*) sur le terrain, dans la même direction que l'on voit la tarière.

Second appareil, fig. 3.

Dans ce dispositif pour la même fin, la plate-forme *x x x* est traversée par la sonde.

c est le levier que l'on passe dans l'œil de la troisième pièce de la tarière pour la faire tourner.

k exprime la gorge qui est reçue dans la fourche du levier au moyen duquel on relève la tarière du chevalet *a*, nommé aussi *mainteneur*, dont les côtés verticaux sont percés de plusieurs trous, dans lesquels on passe un bouillon de fer qui sert d'appui à ce levier.

Des fosses ou puits de mines considérés dans leur nombre, profondeur, &c.

393. M. N. qui ne s'est pas fait connaître autrement, a adressé en 1770, à l'auteur d'une feuille périodique (*b*), ses idées, qu'il a qualifiées *assertions physiques sur le choix d'un emplacement pour établir une fosse d'extraction de charbon de terre*. L'auteur de cet écrit sommaire paraît avoir eu uniquement en vue la recherche du niveau de l'eau, dans un terrain supposé d'une demi-lieu de pente, afin de porter la fosse d'extraction sur l'élévation de la pente au midi, & d'éviter de la placer à l'endroit de la pente la plus basse du terrain, où l'eau souterraine est plus volumineuse, & l'écoulement, selon lui, plus difficile, &c. Quand on suppose une chose absurde, il n'est pas étonnant que les conséquences qu'on en tire, s'en ressentent : la prétendue difficulté de l'écoulement dans la partie inférieure, & où se porte précisément le plus grand volume d'eau, me dispense de discuter un système fondé sur un pareil principe. Ce qui a été dit précédemment, fait voir que l'écoulement des eaux n'est pas la seule circonstance qui décide le choix de l'emplacement du bure (*c*). Lorsqu'on est au moment de *rendre ouvrable une mine*

(*a*) *Haubaner*, en terme de marine, c'est arrêter à un piquet ou à une grosse pierre le hauban ou cordage d'un engin ou d'un grua, afin de le tenir ferme lorsqu'on

monte quelque fardeau.

(*b*) Gazette du commerce, n°. 98, page 777.

(*c*) D'ailleurs le sujet que l'auteur s'est de

de houille, il est à propos, autant qu'il est possible, de savoir à quoi l'on doit s'attendre sur la facilité de cet ouvrage, sur la profondeur du bure, &c. Ces objets importants tiennent à plusieurs points, comme la saison dans laquelle on se trouve, la nature du sol, &c.

394. *TOUTES les saisons ne sont pas différentes pour l'entreprise d'une fosse. L'automne est la seule qui soit favorable, parce qu'alors les pluies qui peuvent avoir été amassées sous terre, sont en partie desséchées : le tems le plus avantageux est depuis le mois d'août jusqu'à la touffaints.*

395. *LA nature du sol, la manière dont s'y trouve le charbon de terre, sont beaucoup pour l'enfoncement plus ou moins embarrassé de la fouille : dans les endroits où les veines montent à la superficie avec les rochers, comme cela se voit dans le pays de Liege, de Namur, & dans une partie du Hainaut Autrichien, ces fouilles sont peu embarrassantes, & l'usage du perçoir de montagne serait fort avantageux pour reconnaître à la fois le pendage & l'allure de la veine. Il n'en est pas de même du Hainaut Français : dans les houilleries qui s'y exploitent, on a 20, 30, 40, 50, quelquefois jusqu'à 120 toises de terrain sans consistance à passer au travers des torrens d'eau, avant d'arriver au rocher sous lequel est placé le charbon de terre. De là la nécessité de fortes machines, des meilleures pompes, de beaucoup de chevaux à employer à les mouvoir, afin de gagner promptement un terrain propre à y établir des cuvelages pour y renfermer tour-à-tour les eaux de chaque niveau. La différence du sol de cette province & de celle d'Anjou, par exemple, est telle qu'en fouillant une carrière de charbon dans le Hainaut, il est très-ordinaire d'avoir pour cent mille francs de dépense, avant d'être au niveau des rochers qui sont dans les mines d'Anjou, quand on commence à les rencontrer. (a)*

Du nombre des bures ou puits de mines sur une houillère.

396. *POUR l'ordinaire on fait deux bures, un à pompe, & un qui est à la fois bure d'extraction & bure d'airage ; quelquefois même le bure d'extraction*

proposé de traiter, ne peut l'être d'une manière plus bizarre qu'il l'est dans cet écrit ; je n'en fais mention que par rapport au journal dans lequel il a été inséré, & pour montrer que rien de ce qui a pu être publié sur cette matière, n'a échappé à mes recherches.

(a) *Un ouvrage très-curieux, que je donnerai à part, & qui pourra être réputé suite de celui-ci, donnera complètement*

Tome XVII.

l'idée de ces différentes couches, quant à leur nombre & consistance dans plusieurs pays ; c'est un Catalogue raisonné d'une collection d'échantillons des lits qui composent les montagnes par couches, auxquelles sont propres les charbons de terre, ainsi que des différens charbons de terre répandus parmi ces mêmes couches, format in-fol. Cette collection précieuse, que j'ai été à même de faire, est certainement unique.

V.

est en même tems *bure à pompe* ; il ne s'agit que de lui donner assez d'étendue pour que les eaux puissent être pompées d'un côté , & les charbons remontrés de l'autre. Ce bure, nommé *maître-bure*, tel que nous l'avons décrit pour la forme, doit toujours être enfoncé de manière que la longueur de la base soit dirigée contre l'inclinaison de la veine, afin que le puits ait plus de solidité. L'affermissement dépendant de la charpente de revêtement, sera détaillé à part dans ses règles générales.

397. LE plus souvent toutes les veines d'une mine que l'on travaille, s'exploient par un seul & même bure ; il est néanmoins des circonstances où l'on peut augmenter le nombre des bures d'extraction : dans les petites fosses aux bras, par exemple, lorsque la *chasse* des ouvrages est trop en avant, & qu'il en résulte une trop grande étendue à parcourir pour amener la houille au chargeage, on préfère d'enfoncer un nouveau bure à l'endroit dans la perpendiculaire du point auquel on est parvenu, afin de rapprocher l'extraction. Dans ces occasions, cela se fait aussi précisément sur ce point de la veine, quand bien même elle ferait plusieurs tours, que si l'on pouvait se conduire à l'œil, & y jeter le plomb. L'*airage* & les *xhorres* deviennent alors peu embarrassans, étant bien plus aisés de puiser les eaux & de mettre de l'air dans un puits de 20 toises, que dans un autre de 60. Cette pratique, applicable dans ce cas particulier, n'a lieu & ne doit avoir lieu que pour les petites houillères, où les bures ne sont pas bien profonds, & où la dépense n'est pas considérable.

398. DANS les mines de *Doué* en Anjou, il s'est vu à la fois quatre puits sur une longueur de trois cents toises en suivant la même veine : cette manière d'exploiter ne doit point du tout être donnée pour modèle. Si dans les mines du Hainaut Français on se conduisait ainsi, les entrepreneurs seraient bientôt ruinés ; un seul bure dans cette province coûte autant qu'il en coûte à *Doué* pour un très-grand nombre (a). Ce sont donc la nature du sol, la situation, la qualité, la rareté de la mine, la situation des veines en roisse, leur irrégularité, l'étendue des travaux souterrains, qui doivent diriger sur ce point.

399. IL est enfin un cas particulier, où l'on fait plusieurs bures, mais qui n'ont point de rapport à l'exploitation. On doit se rappeler que dans la coutume de Liege, les maîtres de fosses ou entrepreneurs, s'ils ne sont pas eux-mêmes *areniers*, & ne faisant pas la dépense de l'*arsine*, sont assujettis, entr'autres, au cent d'*areine*, c'est-à-dire, au droit appartenant à celui qui fait faire à ses frais cette galerie, & qui est, selon les différens districts où sont situées les mines, du quatre-vingt-unième ou du centième trait franc & libre.

(a) La seule construction de deux fosses dans le Hainaut, peut revenir à soixante & dix mille livres.

Il est quelquefois besoin de savoir alors sous quel lieu sont situées les veines que l'on chasse, afin d'en payer le droit d'arcaine; ou bien il s'agit de reconnaître l'endroit auquel on est parvenu dans la veine, & d'être sûr à quel point répond la tête de la veine, dans le cas où l'on voudrait faire un nouveau bure. Quant à la profondeur des fosses ou puits de mine, il est aisé de juger qu'elle peut varier selon la situation plus ou moins enfoncée des veines auxquelles on a à parvenir par cette fosse, selon l'étendue des ouvrages en vallées, &c.

400. LE bure actuellement le plus remarquable par sa profondeur dans le pays de Liege, est celui qui est établi sur le champ de S. Gilles, nommé *Peri*, appartenant à M. Maillon, anciennement propriétaire de celui de S. Laurent. Ce bure est construit en deux parties, dont chacune a cent cinquante toises de profondeur, chaque toise de sept pieds. Le second bure ou bure inférieur, différent de ce qu'on nomme *parti-bure*, enfoncé à sept pieds de distance du bure supérieur, est improprement appelé *bouxlay*, sans doute parce qu'il est *avallé* plus bas que le premier. (a)

401. POUR donner quelques exemples de la profondeur d'un bure, en proportion de l'enfoncement de la veine que l'on veut atteindre, nous placerons ici ce que rapporte M. Triewald (b). " Lorsqu'une veine, telle que celle indiquée B C, fig. 8, pl. XXXIII, partie seconde, s'enfoncé d'une brassée sur une étendue de quatre, & que l'on enfonce la mine à cent vingt brasses de l'extrémité de la veine, le puits, avant d'arriver jusqu'au charbon, aura trente brasses de profondeur; & c'est toujours ainsi en proportion. Quand une veine comme celle qui est indiquée n°. 2, pl. IV, de la première partie, ou celles de la planche I, seconde partie, s'enfoncent de trois brasses dans une étendue de soixante, le puits qui se trouve à l'extrémité de la ligne horizontale, n'aura que trois brasses de profondeur; en sorte que si une veine de cent vingt brasses de longueur s'enfonçait dans la même proportion, le puits aurait six brasses de profondeur, & ainsi du reste. Les fosses ou puits de jour sont presque toujours creusés d'à-plomb. On doit se rappeler que, pour certains cas, les houilleurs Liégeois ont imaginé devoir creuser de ces puits de jour dans la même direction en pente d'une veine qui se trouve avoir cette marche. La veine B D, fig. 5, pl. XXXIII, est exploitable par cette méthode; la différence de l'endroit où M. Triewald conseille de porter l'œil d'un bure en A,

(a) Une personne digne de confiance, m'a assuré que, malgré cette profondeur, on peut en six heures de tems tirer par chacun de ces deux bures quarante traits, chaque coustade de seize paniers, pesant

quatre mille livres; ainsi le panier serait de 250 livres.

(b) Article I du mémoire de M. Triewald, tome I, page 101.

pour venir joindre la veine en D, donne lieu à des réflexions qui nous ont paru mériter d'être proposées. La marche des veines roissées, qui, après un certain trajet, prennent un pendage de roille, est constatée par l'observation des experts en houillerie au pays de Liege. Cette circonstance & la grande expérience des houilleurs Liégeois, qui jamais ne se font une difficulté d'aller chercher & la veine la plus profonde, & la partie la plus enfoncée de cette veine, ne sont point du tout favorables à l'opinion de M. Triewald, lorsqu'il juge qu'en enfonçant le puits à la même distance de l'extrémité de la veine, pour chercher à suivre la ligne perpendiculaire AC, il serait impossible d'atteindre cette veine. On juge par la figure même, que le trajet de ce puits traînant de A jusqu'à D, conseillé par M. Triewald, pour venir dans ce point D s'ouvrir à la veine, aura toujours une longueur au moins aussi considérable, puisqu'elle se trouve déjà l'être bien davantage que le trajet d'un bure enfoncé à-plomb, comme en A C, dans un point de la ligne horizontale AB, plus ou moins rapproché de la veine, selon que cette veine se trouvera roille, tiers de roille, quart de roille, &c. Il semblerait en conséquence bien plus simple d'asseoir le bure en B, & de le conduire comme font les houilleurs Liégeois, en *pittant* dans le corps de la veine même.

402. EN portant les yeux sur la *planche IV*, partie II, où la veine du milieu aurait pu être travaillée de cette manière, par un bure traîné entre le sol de la veine même & le toit, qui s'appelle alors *trouffement*, l'avantage de cette manière de bure creusée à l'ordinaire en ligne perpendiculaire sur la méthode de M. Triewald, est incontestable. On voit sensiblement avec quelle facilité les houilleurs Liégeois, à la faveur de leurs bacheures ou espetteures, se mettent à portée, & des roissées correspondantes, parallèles à celle dans laquelle ils se sont fait jour en *pittant* ou autrement, & du pendage de roille qui succède au maître roille.

De l'étañonnage des puits & des galeries de mines.

403. LA manière de disposer les bois & les planches dans les différentes parties intérieures des mines, où l'on n'a pas besoin de maçonnerie, constitue ce que nous avons appelé *architecture souterraine*. Elle forme dans l'art de l'exploitation un point d'autant plus intéressant, qu'outre son importance il est impossible, selon la remarque judicieuse de M. Brandt, de donner aucune règle si générale, qu'on puisse l'appliquer à toutes les mines & à toutes les circonstances, de même que pour l'exploitation : l'intelligence, le génie du charpentier ou du maître de mines, sont la base des opérations relatives à l'étañonnage. Nous nous bornerons en conséquence à désigner d'une façon générale les bois les plus propres à tels ou tels étañonnemens ;

nous décrirons ensuite l'étañonnage des puits & des galeries, en Angleterre & en France; le mémoire de M. de Tilly (a) & l'ouvrage de feu M. Jars me fourniront le détail qui va suivre.

404. ON doit remarquer d'abord, avec M. de Tilly, que le *bois blanc* étant caillant & facile à se pourrir, on doit, pour l'ordinaire, bannir des revêtissemens toute espèce de ce bois. Celui de *sauze*, de *peuplier*, peuvent être employés dans certains cas, comme, par exemple, pour épauler les terres fasciées avec de la *ramure*; on peut aussi s'en servir à *coulanter* (b) & à planchier les fosses, afin de ménager le bois de chêne.

405. LES bois que l'on emploie aux revêtissemens, doivent être équarris au moins sur deux faces. Pour estimer d'ailleurs la force du bois, supposé bien choisi, il suffit de savoir qu'un morceau de bois de la grosseur du bras peut soutenir dix toises de terre, & qu'il dure long-tems. On peut même se servir de celui qui a déjà servi de tems immémorial, ou que l'on saurait être dans la mine depuis deux cents ans. Ce bois, quoique moi & noir, étant exposé au soleil & au vent pendant deux ou trois jours, reprend une dureté qui cède à peine à la hache; on en a employé qui servait depuis quatre cents ans. Dans les petites fosses où l'on ne travaille qu'un an, on pourrait par économie préférer le bois blanc au bois de chêne; il pourrait soutenir suffisamment les terres: mais ordinairement il est de l'intérêt des entrepreneurs de n'employer dans ces revêtissemens que le bois de chêne.

406. FEU M. Jars rapporte que dans les environs de Newcastle, les fosses ou puits de mines, soit pour les eaux, soit pour le charbon, sont ronds, & de dix pieds de diamètre depuis la surface du terrain jusqu'au rocher, ou plus bas, si le terrain ne peut se soutenir de lui-même. Ils sont revêtus en bois, dont l'assemblage forme un polygone d'une infinité de côtés; mais plus communément ils sont composés de plusieurs morceaux de bois coupés en portions de cercles: ainsi le boisage d'un puits consiste en plusieurs cercles placés à deux ou trois pieds de distance les uns au-dessus des autres, afin de soutenir les plateaux posés perpendiculairement derrière ces cercles, & qui retiennent la terre ou le rocher. Entre chaque cercle, il y a des piques de bois droites pour les supporter; quelquefois la partie qui n'est pas solide se bâtit en gazon ou en mottes de terre, placées les unes sur les autres, & séparées de tems en tems par une rangée de bois assemblés, ou en maçonnerie, soit de pierre, soit de brique: le reste du puits ouvert dans le rocher, n'a besoin d'aucun soutien. La partie en bois ou en gazon est recouverte de planches clouées tout autour du puits, afin que le panier ou les seaux puissent glisser en montant ou en descendant sans être arrêtés.

(a) Chapitre III, section I, des bois.

(b) C'est garni en planches le trajet d'une fosse dans sa direction montante.

Cette considération également importante pour les ouvriers, a donné lieu depuis plusieurs années de creuser les puits en ovale.

407. DANS toutes les exploitations, les puits de mines, à mesure que l'on avance dans l'approfondissement, sont ou *étréfilonnés*, ou *fascinés*, ou *cuvelés*, selon le besoin; c'est ce qu'on appelle dans les mines d'Anjou *habiller le puits*. Pour un puits d'extraction de sept pieds de longueur sur cinq ou six de largeur, les bois d'étañonnage peuvent avoir six à sept pouces d'équarissage. Pour un puits d'airage de quatre ou cinq pieds de long sur trois ou quatre de large, on doit leur donner quatre ou cinq pieds.

408. IL n'est besoin, pour la récapitulation suivante, que de se rappeler que les planches d'un ou de deux pouces d'épaisseur, dont on se sert communément pour lasser les puits, sont nommées *coulantes*, lesquelles se clouent sur les traverses des *croisures* ou *chassis*; & qu'on peut mettre les planches derrière, & du bois de brin fendu, cloué avec soin en dedans des *croisures*, afin de lier & de fortifier les *croisures* ensemble. Le charpentier doit observer, dans la construction des *croisures*, de ménager les entre-tailles pour faire des coins. Ces coins servent à ferrer ce *chassis*, les *étaçons* & les *lattes*. Si l'on ne coulante point la fosse, il faut la *lasser* avec des planches de chêne ou de peuplier.

409. LA direction des fosses qui vont en *pittant*, & que l'on appelle en Anjou *descenderies*, exige que toute la force du bois porte sur le toit, en laissant une moindre distance entre les *croisures*, que pour les fosses d'à-plomb. Les *étaçons* sont deux poteaux, dont l'épaisseur est suivant la nature du toit & de la muraille de la veine. Ces poteaux sont surmontés d'un bois transversal appelé *chapeau* (a). Les *étaçons* ou *étréfilons* se disposent dans des distances réglées sur la solidité du terrain à deux pieds & demi, ou même davantage si le terrain est peu consistant, & trois pieds au plus s'il est ferme & solide. Les veines se soutiennent avec du bois de charpente ou du bois rond, plus ou moins gros, suivant la charge qu'il a à porter: ce qui est facile à juger, par l'épaisseur & la largeur de la veine. Avant de placer les *épaulemens*, on a soin de bien garnir l'endroit où ils seront posés.

410. IL paraît par la description insérée dans l'ouvrage de feu M. Jars, que dans la mine de Carron, en Angleterre, cet étaçonnage se fait assez singulièrement: on ne laisse point de piliers en travaillant; mais on ne travaille que d'un côté, & les ouvriers soutiennent le rocher avec des morceaux de bois droit, de 6 à 8 pouces de diamètre, qu'ils retirent à mesure qu'ils vont en avant, laissant derrière eux les déblais sur lesquels le rocher

(a) En architecture, *chapeau d'étai* est une pièce de bois horizontale qu'on met en-haut d'un ou plusieurs étais.

s'affaie sans aucun inconvénient, étant toujours soutenu par des étaçons dans les endroits où l'on travaille.

411. LE cuvelage des madriers ne se pratique que dans le cas où les eaux nuisent par une chute trop forte. Alors on construit un cuvelage ferré, afin d'empêcher les eaux de pénétrer; sinon on se sert de bois ronds & jointifs, placés contre les terres, derrière les poteaux, étréfillons & montans, entre chaque chassis: ils suffisent pour retenir les terres, & entraînent bien moins de dépenses.

412. LES machines construites sur le pas du bure, pour amener au jour le charbon détaché des veines, sont une dépendance des fosses ouvertes pour cette extraction. En les considérant sous ce point de vue, nous pourrions passer maintenant à l'examen particulier que nous nous proposons de faire sur leurs forces & sur leurs effets; mais ayant à envisager de cette même manière les différentes machines auxquelles on a recours dans les travaux de mines, soit celles employées pour renouveler l'air, soit celles pour épuiser les eaux, nous porterons en même tems un seul & même coup-d'œil sur celles destinées à enlever hors de la mine le charbon de terre, qui toutes se rapportent dans leurs effets au mouvement & à ses propriétés générales. Cette matière ainsi rapprochée, sera beaucoup mieux éclaircie. Nous allons résumer à part différens articles, tels que les galeries souterreines, le mesurage, & la manière de suivre avantageusement une veine de charbon.

Résumé abrégé sur quelques points de l'exploitation, à la manière des houilleurs Liégeois & des houilleurs Anglais. (a)

413. LES deux premières galeries qui partent du fond du puits, menées parallèlement ou à peu près, & qui sont appellées *levays* au pays de Liege, se communiquent par d'autres galeries qui traversent le massif de la veine, entre le sol & le toit (*b*), & dont les extrémités se terminent par d'autres galeries, de manière qu'il s'établit un courant d'air par le puits à pompe, & par le puits d'extraction. Il s'ensuit qu'il faut distinguer deux sortes de galeries, celles appellées *levays* ou *niveaux*, & celles qui peuvent en être regardées comme des rameaux. Le niveau est proprement la voie

(a) L'impossibilité de réformer le langage de mine dans aucun pays, & d'en faire adopter un qui soit uniforme, les considérations que j'ai alléguées, me déterminent à m'en tenir dans ce court résumé aux termes Liégeois, qui me sont familiers.

(b) On ne voit pas pourquoi, dans les mines de S. Georges, de Chatelaifon, où la veine a cinq pieds d'épaisseur, il se trouve une galerie poussée dans l'épaisseur de la chemise, & non dans la veine; cela paraît singulier.

qu'on pourchasse en *avant-main*, c'est-à-dire, en *lign de l'ouvrage*, quand on commence l'exploitation. Outre le niveau appelé dans l'exploitation *niveau de la xorre*, & dans la pratique contentieuse, *voie de conquête*, il s'en établit plusieurs au-dessus l'un de l'autre, selon que l'on est empêché par l'interruption de la veine, ou que l'on a des bagnes à éviter.

414. LORSQU'ON a avalé un bure, & qu'on est à la veine, on tourne dehors un levay du bure; c'est ce qu'on nomme *premier levay*. On fait ensuite un bouxtay; & s'il y a veine d'aval ou d'amont, on fait un second levay, qui est le premier levay du bouxtay. On enfonce un second bouxtay, par conséquent un troisième levay. A mesure que l'on avance du bure par un niveau, on pratique un ouvrage qui se prend à angle droit du côté où la veine s'élève; c'est ce qu'on nomme une *montée*, qui d'abord n'a que 4 ou 5 pieds de large, afin de laisser des massifs de charbon appelés *serres*, qui dans le cas où l'on rencontrerait de l'eau, puissent servir de *contresorts* (a) pour appuyer la digue. On dilate ensuite, pour faire une taille de 5 à 6 toises de largeur, nommée *coistresse* ou *questresse*, dans laquelle on fait souvent de distance en distance une voie d'airage.

415. LES montées des niveaux du bure se prennent toutes de 10 en 10 toises, de manière que, les tailles achevées, il reste une épaisseur en charbon de 3, 4, jusqu'à 5 toises, auquel on ne touche qu'à la fin de l'exploitation, lorsqu'on n'a plus à craindre les eaux. Au principal chargeage on prend en angle droit à la direction de la veine & selon sa pente, un ouvrage nommé par les houilleurs Liégeois *vallée*, *valaye*. Quand la couche est en roisfe, la vallée est prise en ligne oblique, & prend le nom de *borne vallée*. On observe pour les vallées, comme pour les niveaux du bure, de tenir d'abord l'ouvrage étroit, & de laisser des *serres*.

416. ÉTANT avancé de 10, 12, 15 ou 20 toises, suivant la nature du toit, on forme à droite & à gauche de nouvelles galeries de l'espece appelée *coistresses*, d'abord par un ouvrage étroit, qui va ensuite en s'élargissant pour faire une taille. On continue de la même manière en descendant aussi bas que le terrain le permet, s'il n'a pas trop d'étendue; s'il en a trop, on forme un autre ouvrage en descendant, & ainsi de suite lorsqu'on ne veut ou qu'on ne peut aller plus bas. En procédant ainsi, on a l'avantage d'extraire tout le charbon, toujours en remontant jusqu'au niveau du bougnou. De 10 en 10 toises, on se ménage de semblables *coistresses*, au commencement desquelles on laisse un chargeage.

417. UN des principaux ouvrages, est celui à la faveur duquel on s'occupe, en approfondissant le bure, de se débarrasser d'avance de la plus forte

(a) En architecture on appelle ainsi des piliers de maçonnerie destinés à appuyer ou à soutenir des ouvrages disposés à écrouler.

partie

partie des eaux qui généraient le travail. La précaution consiste, quand la position est favorable, à creuser un canal qui part du flanc de la montagne, & se prolonge en remontant jusqu'à la rencontre de la galerie que l'on veut délécher, de manière qu'il n'y ait point de *contre-pente* (a). S'il s'en faut de quelques toises pour atteindre cette galerie, on pratique à côté de la buse du bure une *tranche* (b) qui va rencontrer cette grande décharge des eaux, connue dans les travaux de Liege sous le nom d'*areine* ou *xhorre*.

418. PARMI les mémoires que M. Triewald (c) a publiés sur la matière que nous traitons, il s'en trouve un qui concerne cet aqueduc. Je me fais un devoir de l'insérer ici, pour servir de récapitulation sur cet objet en particulier. Quand on a travaillé, conformément à la méthode décrite précédemment, une mine de charbon de terre dans un terrain qui n'a pas encore été fouillé, & qu'on s'est bien assuré de la direction du courant, de sa pente (*falla*), & de sa montée (*fliga*), & qu'on a trouvé au grand jour l'élévation superficielle de la veine, on *retourne en-arrière*, en suivant aussi loin que l'on peut la pente du charbon, afin de reconnaître si par hasard il est possible d'entrer avec un *wattu-stoll* au pied de quelque vallée, ou au bord de quelque rivière ou ruisseau; de manière que, par le moyen de cette galerie, on puisse atteindre, sinon le centre de la pente du courant (*flot*), du moins la partie la plus *aval* *pendage*.

419. D'APRÈS les détails auxquels nous venons de renvoyer plus haut, la chose n'a pas besoin d'être éclaircie par une *figure*, & nous avons jugé pouvoir supprimer celle qui accompagne le mémoire de M. Triewald (d). Dans le cas où il s'agirait d'une veine de charbon allant en pente vers une rivière, on est sûr, en perçant au pied de la colline un *stoll* d'eau pour aller rencontrer le cours du charbon, de se rendre maître de tous les charbons qui s'étendent du point de rencontre du *stoll* dans la campagne, & qui s'élèvent au jour; puisqu'avec la moindre dépense, la plus grande affluence d'eau possible ne peut empêcher l'exploitation de tout ce *flot* de charbon, quelque longueur qu'il puisse avoir dans la ligne de niveau, en s'étendant au-delà du point de rencontre. L'endroit où doit se commencer ce *stoll* d'eau, est souvent indiqué par cette eau rouillée dont j'ai parlé dans l'article IV, &

(a) Dans le canal d'un ruisseau ou d'un aqueduc, on qualifie de ce nom l'interruption du niveau de pente, qui ferait que les eaux s'arrêtent; soit qu'on eût mal conduit le niveau, soit que l'affaissement du terrain en fût la cause.

(b) *Aquarius sulcus*, rigole pour conduire les eaux.

Tome XVII.

(c) Mémoires de l'académie de Stockholm, second trimestre, ann. 1740, tome I, page 309, art. V. Manière d'exploiter avantageusement une veine de charbon dans son trajet, *flot*.

(d) Les auteurs de l'Encyclopédie l'ont insérée parmi les *planches* relatives au charbon de terre, tome VI, pl. II.

X

qui, selon quelques auteurs, annonce la présence du charbon de terre dans le voisinage.

420. Si auparavant on a découvert le cours des charbons à l'aide de la tarière de montagne, alors on peut en découvrir la continuation en - avant (*fram fryka*) dans la rivière ou sur le bord. Cela est d'autant plus heureux, si la partie que l'on a atteinte est la veine principale (*hufwad flot*). Mais, si au lieu de cette maîtresse veine, ce n'était qu'une petite veinette moins profitable, & posée au - dessous de la veine capitale, ce *flot* ne serait pas encore inutile, & sa dépense ne serait pas perdue; car dans le cas où la veine capitale se trouverait à 6 ou 8 brasses plus bas, le *flot* d'eau procurerait toujours l'avantage que, si le courant supérieur du charbon ne valait pas la peine d'être exploité, ce qui néanmoins arrive rarement, on pourrait, en établissant un puits en amont pendage, pratiquer au bas du *flot* un trou de *taré* (*naf-ware-hol*), par lequel l'eau s'écoulerait, & ne s'opposerait point à la continuation du puits, jusqu'à ce qu'il conduise horizontalement en-bas jusqu'au *flot*. Quand au contraire on arrive plus bas, il suffit simplement d'élever l'eau dans le *flot*; au lieu que, sans cela, on serait obligé de l'éconduire jusqu'au jour par le bure; & lorsqu'étant parvenu à l'enfoncer jusqu'au courant capital du charbon, on voudrait faire de cette fosse un puisard (*wattudunt*), ou le prolonger encore plus bas, il suffira d'élever l'eau par des pompes ou autrement jusque dans le *flot*, par lequel ensuite elle aurait son décours. La circonstance permettant d'établir un aqueduc depuis la partie la plus basse du terrain, jusqu'au courant du charbon principal, ce conduit, dans les travaux anglais, prend le nom de *fiée-lud*, parce que l'écoulement des eaux se fait librement sans le secours d'hommes, de chevaux ou machines, qui deviennent très-dispendieux, les mines de charbon étant beaucoup plus sujettes aux eaux que toutes les autres mines. J'ai vu moi-même dans les mines de charbon de Iar-Wintin en Ecosse, couler hors de ce *fiée-lud* une si prodigieuse quantité d'eau, qu'elle suffisait pour faire aller quatre moulins.

421. LE savant auteur de ce mémoire n'a pas négligé d'insister sur l'attention à avoir pour le nivellement de cet aqueduc. Il suffit d'être prévenu, comme l'observe très-bien M. Triewald, que la terre d'un seul pied du nivellement, qui ferait hausser le canal plus qu'il ne devrait, occasionnerait une perte considérable de charbon, qui ne pourrait plus être exploité, surtout si le pendage de la veine est assez égal.

422. Si, quand le bure est profondé à peu près au niveau de la xhorre de la veine inférieure, un peu plus en pendage de veine, on n'est pas entièrement xhorré, les houilleurs Liégeois ont une pratique fort simple. Elle consiste à faire sur les ouvrages de cette veine inférieure un trou de taré,

dans lequel ils adaptent une buse de fer-blanc, par laquelle s'écoulent les eaux; & afin qu'elles puissent y couler sans être chargées de *souages*, ou autres immondices, qui boucheraient l'ouverture, on ménage auprès du trou un petit bournou ou réservoir, dans lequel les eaux déposent en y venant les matières qu'elles ont d'abord entraînées avec elles. Les eaux, ainsi que le manque d'épaisseur de la veine, obligent encore à d'autres précautions: si l'on a les eaux à craindre, on établit des planches sur la voie, afin que l'eau puisse s'écouler dessous. Dans le second cas, on prend, à la profondeur que le terrain le permet, la mine qui est sous la main; cette manœuvre s'appelle *travail par basse taille*.

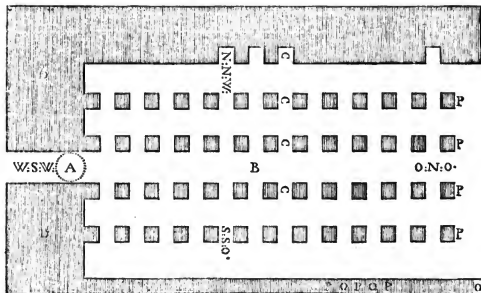
423. LA méthode d'exploiter dans les mines de Wittehaven, décrite sommairement comme il suit par M. Jars, est de suivre la couche en angle droit à sa direction, c'est-à-dire, suivant sa pente. Pour cela, les maîtres mineurs tracent avec de la craie blanche tout le long du toit une ligne qui sert de guide aux ouvriers. Il est de règle de faire communément cette excavation de quinze pieds de large, en coupant sept pieds & demi de chaque côté de la trace marquée avec de la craie. Cet ouvrage se continue toujours ainsi sur la même dimension, toutes les sept toises & demie: on coupe à droite & à gauche pour former une excavation également de quinze pieds de large; en sorte que les piliers de charbon qu'on laisse pour le soutien de la mine, sont de sept toises en quarré. Cette règle, quoique générale dans cette mine, ne l'est cependant que pour les endroits où le toit est dur & peut se soutenir de lui-même. De cette manière on emploie peu de bois: s'il arrive quelquefois des éboulements, ils ne sont pas considérables, & ne proviennent que du manque de soin de la part des ouvriers.

Manière d'exploiter avec avantage une veine de charbon à pendage de plature, qui ne peut être entamée par une galerie de pied; par M. Triewald. (a)

424. LE seul moyen alors est de remonter tant que l'on peut, depuis l'endroit où l'on a rencontré le cours du charbon dans la direction indiquée par sa chute ou sa pente, jusqu'à la fin du terrain. Cette manière consiste à procéder, après avoir enfoncé le puits, par des galeries prises en longueur, coupées par d'autres galeries transversales; & en pourchassant depuis le grand jour (*dag*), pratiquer à chaque distance de 75 brasses, tant dans la direction capitale que dans les directions transversales, un puits. L'utilité de cette fosse ne se borne pas à l'enlèvement du charbon en très-grande quantité, mais s'étend encore sur la commodité de donner un suffisant changement

(a) Continuation du cinquième mémoire, qui commence par l'établissement d'un aqueduc.

d'air. Cet ouvrage supposé regardé à vue d'oiseau, pourrait se rapporter à la partie carrée à droite & à gauche du bure, dans laquelle on n'aurait laissé subsister que les piliers de charbon, continués en longueur en plus grand nombre. Afin néanmoins de faciliter l'intelligence du mémoire de M. Triewald, nous donnons ici à part la *figure* dont il l'a accompagné.



425. A l'endroit où l'on a rencontré le cours du fil dans la direction, on perce un puits en A, & on l'approfondit jusqu'à ce qu'on arrive à une veine (*flot*) de charbon qui vaille la peine d'être exploitée. Quand, par exemple, ce *flot* monte vers O. N. O. (est-nord-est), & qu'il penche vers W. S. W. (ouest-sud-ouest), on continue l'ouvrage dans la même direction en profondeur, tant que les eaux n'y mettent pas d'empêchement; & alors la partie de pendage qui commence du puits A, s'appelle le courant capital occidental (*wastra huf-wud strailan*); la partie qui remonte vers la direction du fil des charbons, se nomme le courant capital oriental: alors on ouvre des tranchées & des traversés dans le *flot* des charbons, en parties égales, selon la direction de la boussole, comme des rues alignées dans une ville. Car si, comme il a été dit, le *flot* du charbon remonte par hasard vers est-nord-est,

& qu'il penche vers ouest-nord-ouest, on pousse, par le secours de la bouffole, la direction capitale, depuis le puits A, vers le point est-nord-est, & l'on chaffe également vers ouest-sud-ouest, où les charbons se penchent (*sacuka*); & au défaut de *stoll* pour l'écoulement des eaux, on pousse plus loin cette dernière direction capitale, & l'on tâche de hâter, autant qu'on le peut, l'exploitation des charbons de ce côté, ouest-sud-ouest, vers lequel le *stoll* penche, afin d'abandonner à l'eau les vuides d'où on a enlevé les charbons, pour s'y amasser. Les mineurs appellent cette opération jeter l'eau derrière soi (*kasta watnu bakom fig.*). Cette méthode est praticable quand les eaux ne sont pas abondantes, & qu'on peut leur faire place: ce qui est facile dans les terrains qui n'ont pas été travaillés.

426. DANS les cas où les eaux seraient trop abondantes, il faut alors destiner le premier puits que l'on pratique, à servir de réservoir d'eau (*wat-tudunt*), dont l'épuisement se fait avec des machines, ou à air, ou à feu, ou hydrauliques, par des chevaux; & alors on ne s'embarraie point de travailler les petits endroits C, C, C, C, ou foi-disant direction capitale de N. N. W. & S. S. O. (a) Mais dans les endroits où les ouvriers croient pouvoir avancer jusqu'à quarante ou cinquante brasses, ils ouvrent à l'endroit qu'ils appellent la *direction capitale occidentale*, un autre puits qui devient un puisard d'eau au point A. Par ce moyen ils gagnent d'autant plus du fil des charbons, pourvu toutefois qu'ils puissent se rendre maîtres du concours de l'eau avec des machines à chevaux ou hydrauliques, lorsque le puits n'est pas profond, & avec des machines à feu (*eld*) ou à air (*luft*) dans le cas opposé. Alors ils exploitent aussi les endroits moins larges, qui sont comme des transversales de la direction capitale, en allant toujours en grande égalité avec le fil des charbons; & comme alors l'ouvrage est plus difficile pour les (*kol huggarne*) coupeurs de charbons qui n'ont point de veines (*adrorna*), ni fentes (*klysta*) de charbon qu'ils puissent suivre, & dans lesquelles ils puissent enfoncer leur coin (*kila*); comme de plus ils sont obligés de couper transversalement le flot du charbon, on leur donne une plus forte paie.

427. QUAND le puits A se trouve à l'extrémité du terrain, on est obligé de le destiner à être le réservoir, & alors on se dépêche d'exploiter la *direction capitale* des que l'on parvient avec le puits au charbon jusqu'au point est-nord-est, à une longueur de 75 brasses. Pendant qu'on est occupé à cet ouvrage, on entame à la superficie un nouveau puits à la même distance de A, & dans la même direction. comme la direction orientale, sous terre, de manière qu'en avançant avec ce puits jusqu'au charbon, on rencontre précisé-

(a) Nord-nord-ouest, sud-sud-est. W signifie ici ouest, & O signifie est.

ment la *direction* capitale. Ce puits, dès qu'il est achevé, vient à l'aide du premier, tant pour ce qui a rapport au changement d'air, que pour l'extraction du charbon, & alors on s'occupe d'exploiter, le plus promptement que faire se peut, le flot du charbon, en laissant des piles (*pelare*), comme on le voit dans la *figure*, afin que l'eau qui ne pourrait pas être enlevée par les machines aussi-tôt qu'elle arrive, venant à s'amasser dans le voisinage du puits de réservoir A (*wattudup skakt*) n'empêche pas l'ouvrage.

428. Il est très-essentiel que l'ouvrage se fasse très-régulièrement; & le directeur doit bien, par cette raison, examiner quelle est la direction capitale: il faut aussi qu'il porte attention à ce que les endroits capitaux (*traversans*) soient conduits dans une ligne exactement droite, de manière que les ouvriers puissent, en suivant la boussole, se couper dans leurs alignemens exacts, en angles droits de 90 degrés. Si, par exemple, le fil des charbons remonte de ouest-sud-ouest vers est-nord-ouest, il faut que les galeries en alignement soient faites également larges, & parfaitement égales dans la même direction, & que les galeries transversales marchent de même en égale largeur de nord-nord-ouest vers sud-sud-est. Ces galeries sont de la largeur de deux brasses, & les transversales sont larges d'une brassé. (a)

429. DANS les galeries capitales on coupe ainsi deux tiers de charbon, & on en laisse un tiers pour pilier (*pelare*) comme O; les galeries transversales coupent ces piliers, & les laissent seulement de la grandeur d'une brassé quarrée, comme P, P, P, P, qui sont suffisantes pour soutenir la pierre du toit, *sak sten*. Ces piliers, qui sont un cube d'une brassé, lorsque le *baed* ou lit de charbon a une brassé d'épaisseur, demeurent intacts jusqu'à ce qu'on ait exploité les charbons du terrain; & quand on ne trouve plus de fil entier (*hel kol sto*) de charbon, comme en D D D, en remontant, ou marche en arrière & on descend vers la pente (*fallande*) du charbon, autant qu'on le peut, & l'on coupe les piliers par rang: de cette façon on laisse tomber librement le toit. Cet ouvrage n'est pas plus dangereux pour les ouvriers que le précédent, puisque le toit, par son craquement, les avertit suffisamment pour leur laisser le tems de se retirer, d'autant plus qu'il n'y a pas plus d'une brassé de distance d'un pilier à l'autre, qu'ils coupent par ordre, selon la direction du charbon, & cela en commençant par la base de la pile, jusqu'à ce qu'ils arrivent à l'endroit où le charbon se montre au grand jour.

Mensuration, mesure de mines; maniere de se passer de l'aimant pour communiquer la vertu magnétique à la boussole.

430. LA division des héritages est une des occasions les plus fréquentes

(a) Environ cinq pieds la brassé.

de procès dans les travaux souterrains. Un propriétaire ayant ouvert son terrain & rencontré une veine, tombe sur un terrain qui ne lui appartient pas : de là naît une contestation, & dès le premier instant la cessation de l'ouvrage, par l'opposition du voisin. Ces anticipations sur les mines contiguës, sont difficiles à éviter : ce cas & plusieurs autres, comme on l'a vu, ne peut se juger qu'à la faveur de l'opération de mesurer la mine.

431. *MESURER*, c'est, en géométrie, rechercher & définir la grandeur d'une chose selon une mesure établie, qui répond aux propriétés de la chose même. Le terme *mesurer* convient particulièrement lorsque la grandeur à déterminer est une ligne. Lorsqu'il s'agit des figures, on dit *trouver l'aire* ou *la forme*. Les quantités, c'est-à-dire, ce qui peut être augmenté ou diminué, se mesurent ou sur la terre ou sur le papier ; sur la terre, on fait usage des mesures courantes, telles que la chaîne ou une corde, la toise, la perche, qui contiennent certaines mesures ; sur le papier, on mesure les lignes droites avec une *échelle*, & les angles par l'arc de cercle décrit par sa pointe.

432. EN terme de géométrie souterraine, *mesurer*, signifie marquer la pente, le montant, la direction des veines, celle du souterrain, lever le plan d'une mine qui appartient à une société, déterminer les confins, & les marquer au jour avec des pierres, des pieux ou autres marques : c'est ce qu'on appelle quelquefois mal-à-propos, *tirage d'une mine* (a) ; dans les carrières du Lyonnais, *boulage*, & assez généralement *mesure*, *mensuration*. La géométrie-pratique appliquée à cette mesure des mines, des souterrains, des creux, selon leurs angles, leurs directions, & leurs différentes déclinaisons, afin de connaître l'intérieur des mines, a pris naissance en Allemagne, où les hommes ont eu principalement des intérêts à discuter dans les entrailles de la terre : elle a été long-tems gardée & soigneusement conservée comme un secret, entre quelques ouvriers. Erasme Reinhold le médecin, est le premier auteur qui a dévoilé ce secret au public, dans ses *Institutions de géométrie*. L'ouvrage de Weidler dispense entièrement de nous livrer à aucun détail sur ce sujet. Nous nous en tiendrons en conséquence à ce que cette pratique renferme en général, & nous ajouterons deux exemples.

433. VOIGTEL distingue deux manières de faire cette opération, qu'il appelle *mesurer dans les règles*, l'autre qu'il nomme *mesure à toise perdue*. La *mesure dans les règles*, consiste à examiner avec attention les souterrains, à en faire le plan dans la direction de la veine, & à transporter le tout au

(a) Ce terme ne présente point une idée exacte, & peut être confondu dans le langage déjà peu recherché des mineurs, avec l'enlèvement des denrées, ou avec l'ex-

ploitation de la roche & de la mine, par le secours de la poudre à canon : il faut donc bannir cette expression.

jour. C'est sur ces mesures qu'on accorde aux intéressés un droit héréditaire sur tant de terrain que la société doit posséder. S'il ne s'agit, de la part d'un maître de mine, que d'une recherche ou mesure sur le terrain pour sa propre information, il n'a pas besoin d'un mesurage si régulier; ayant pris la veine dans la mine, ou marqué sa direction avec des bâtons, il indique les mines trouvées par la toise, tant qu'elle porte sur les inégalités de la montagne: c'est ce qu'on nomme *mesurer à toise perdue*, comme qui dirait *mesurer à peu près*, parce que cela suffit dans cette circonstance.

434. Quoiqu'un ingénieur ne soit pas responsable de la détérioration d'une veine, il lui est cependant indispensable, avant d'entreprendre la mensuration d'une mine, de s'instruire avec soin de la nature du souterrain qu'il doit mesurer, pour pouvoir faire son rapport avec plus de certitude. Pour cela il faut qu'il descende dans la mine, afin qu'il sache comment il peut tendre la toise, & employer ses instrumens pour faire ses observations.

435. Les principales parties de cette opération sont expliquées comme il suit dans la *Géométrie souterraine* de Voigtel. 1°. Voulant mesurer une longue galerie peu éclairée, on plante de distance en distance un piquet dans le roc; on marque leurs lieux au jour; on y fait les mêmes marques, & on les rapporte sur le plan, afin que si de la galerie on voulait creuser à côté, on ait des lignes sur lesquelles on puisse se régler. Lorsque la galerie est éclairée d'en-haut par plusieurs puits, ils peuvent suffire pour marquer la direction de la galerie: il est cependant toujours à propos de faire dans le roc des marques près de ces lumières, afin de se régler là-dessus en cas de besoin. 2°. Quand on emploie à cette opération une corde, on doit la garantir, autant qu'il est possible, de l'humidité, parce qu'elle se retire promptement en se séchant, & se garder d'user d'un cordeau trop long, dans le cas de se ployer par son propre poids, ou de marquer fausement le changement, l'inflexion des lignes. Pour bien faire, il ne doit pas être étendu au-delà de six ou huit *pas*, c'est-à-dire, de 30 ou 40 pieds (*a*); & si en mesurant, on rencontre des endroits qui forment des faillies ou des avances, on marque exactement à quelle distance, à quelle toise cet endroit s'est rencontré. 3°. Il faut remarquer si la *veine principale* que l'on chasse dans telle ou telle galerie, reste dans la même heure & dans sa pente d'un côté à l'autre. 4°. La toise, comme la corde, si l'on s'en sert, doit être tendue avec des vis (*b*) de cuivre garnies de têtes de bois, ou des vrilles, auxquelles le cordon puisse être fixé dans les endroits convenables, lorsqu'il se trouve dans la mine des bois pour pouvoir les y appliquer; &

(a) En prenant la mesure nommée ici *pas*, estimé à cinq pieds.
par l'auteur pour le *pas allemand*, qui est

(b) On trouve la figure de ces vis, pl. I
de Weidler.

quand la chose n'est pas praticable, il faut, autant qu'on peut, la tendre d'une autre manière. Une cinquième & dernière attention, lorsqu'on travaille en droiture ou dans les galeries, est de suspendre le *niveau*, autant qu'il est possible, au milieu de la toise; & lorsqu'on travaille dans les creux, le niveau doit être suspendu aux deux extrémités de la toise. Enfin, pour mesurer avec la plus grande précision, on se sert de deux toises; la première est en corde, la seconde en laiton, & divisée très-exactement: cette dernière sert à mesurer la première.

436. LA manière d'appliquer la chaîne à la mesure des longueurs, est assez connue pour n'avoir pas besoin d'être décrite. Nous remarquerons seulement que, quand on enregistre les dimensions prises par la chaîne, il faut séparer la chaîne & les chaînons par des virgules. Par exemple, une ligne qui a de longueur 63 chaînes & 55 chaînons, se marque en cette sorte: 63, 55. Si le nombre des chaînons n'est exprimé que par un seul caractère, on met alors un zéro au-devant; ainsi 10 chaînes, 8 chaînons, s'écrivent de cette façon: 10, 08.

437. LA méthode de mensuration que nous avons décrite, peut, dans une circonstance, s'abréger en évitant de marquer les demi-pieds & les demi-pouces; c'est lorsqu'il arrive qu'un mesureur vient à *plomber* la ficelle *dessous la main* (a), & un autre *dessus la main* (b); si dans ce cas tous deux sont conformes sur la largeur de la voie, les mesures sont bonnes, en prenant le milieu des deux mesures.

438. ON trouve dans l'Encyclopédie (c) la description de deux procédés pour la mesure des mines, dans deux cas particuliers: nous les insérerons ici, afin de ne rien omettre de tout ce qui a été donné touchant l'exploitation des mines. Le premier cas est le même que celui qui fait l'objet du treizième problème dont nous avons donné la solution selon la méthode d'Agricola.

439. IL s'agit de *déterminer la direction d'un lieu à un autre, dans une mine où l'on veut approfondir un bure qui vienne s'ouvrir précisément à l'extrémité d'une galerie*. " Commencez par observer dans la mine quel angle fait le pôle boréal, de la boussole, ayant la direction de la galerie; & faites cette observation à l'extrémité de la galerie qui se trouve au-bas de quelque bure déjà établie: & ayant mesuré sa longueur, faites la même opération en-dehors, au haut du bure; mesurez cette longueur dans la ligne qui fait avec la boussole le même angle que faisait avec elle la direction de la galerie, & dans le même sens, cela déterminera le point où il faut ouvrir le bure

(a) C'est-à-dire, à droite quand on marche au levant.

(b) C'est-à-dire, à gauche quand on marche au levant.

(c) Tome II, au mot *Boussole*.

„ que vous vous proposez de creuser.

440. Le second cas est au sujet des substances magnétiques, dont il s'agit de reconnaître le voisinage.

„ 441. Dans le milieu de la galerie, & dans sa direction, tendez un cordeau de la plus grande longueur possible, & faites en sorte qu'il soit bien exactement en ligne droite; à l'extrémité de ce cordeau, placez la boussole de manière que la *ligne fiducielle* ou le diamètre de l'instrument d'où on commence à compter les divisions, soit bien dans la direction de la galerie: observez si l'aiguille co-incide avec cette ligne, ou sous quel angle elle s'en écarte, & de quel côté: répétez cette observation d'espace en espace, en avançant vers le fond de la galerie. Si l'aiguille aimantée conserve toujours la même direction par rapport au cordeau dans toute sa longueur, rien vraisemblablement ne dérange l'aiguille de sa direction naturelle, au moins à droite ni à gauche; mais si sa direction varie en différents endroits le long du cordeau, le lieu où elle s'écartera le plus de la direction qu'elle a dans le plus grand nombre de points, sera le plus proche du corps qui la détourne: c'est pourquoi tirez par ce point une perpendiculaire opposée au côté vers lequel l'aiguille paraît le plus détournée, & donnez le plus de longueur que vous pourrez à cette perpendiculaire: tirez par différents points de cette perpendiculaire des parallèles au cordeau, & examinez aux points où ces parallèles coupent la perpendiculaire, si l'aiguille fait avec les parallèles le même angle qu'elle faisait avec le cordeau dans la plupart des points où vous n'avez pas eu lieu de soupçonner qu'elle fût détournée; si elle fait le même angle, vous pouvez conclure que vous êtes hors de la sphère d'attraction du corps magnétique, & vous connaîtrez de cette manière, & par différentes épreuves, la force & l'étendue de ces sortes de corps.

442. A l'article de la boussole, j'ai traité aussi au long que mon sujet pouvait le demander, de la propriété communiquée à l'aiguille par l'aimant. Il pourrait quelquefois n'être pas aisé de se procurer une bonne pierre d'aimant, & alors on pourrait recourir à une autre manière d'aimanter. Elle consiste à se servir d'un morceau de fer ou d'acier, qui a d'abord été touché méthodiquement par la pierre d'aimant: on a même trouvé le moyen de se passer de la pierre pour rendre ces barreaux magnétiques, & propres à transmettre leur effet à d'autres pièces de fer ou d'acier. Ce barreau de fer ou d'acier aimanté, se nomme *aimant artificiel*, parce qu'il ne diffère en rien de l'aimant, quant aux effets. Ces aimants artificiels ne sont autre chose que plusieurs lames de fleurets, bien trempées, polies & bien calibrées, en sorte qu'elles soient égales en longueur, largeur & épaisseur: elles ont environ depuis 2, 3 & 4 pouces, jusqu'à 6 pouces environ de long: ces der-

nieres doivent avoir cinq lignes de largeur & une ligne d'épaisseur. Si l'on augmente la longueur, on augmente les autres dimensions en même raison.

443. CHAQUE lame bien aimantée séparément sur le pôle d'un excellent aimant bien armé, on les contient toutes appliquées les unes sur les autres par une armure (a) qui les serre & les embrasse par des boutons posés vers leurs extrémités. L'épaisseur des jambages, aussi bien que celle des boutons, doit être d'autant plus grande, qu'il y a un plus grand nombre de barres assemblées. Toutes ces barres disposées les unes sur les autres entre les deux jambages, de manière que les pôles du même nom soient tous de même côté, on les assujettit dans cette situation par le moyen de vis. On se contente quelquefois d'unir ensemble plusieurs lames de fleurets aimantées chacune séparément, & auxquelles on conserve toute leur longueur.

444. LA méthode de faire de ces aimants artificiels, a été beaucoup perfectionnée par les Anglais. Le premier inventeur, le docteur Knight, (b) était même parvenu à changer à volonté les pôles d'un aimant naturel, & à les placer en d'autres points de la pierre d'aimant. Les progrès qu'a fait cet art depuis une quinzaine d'années, n'ont pas été publiés. M. le Monnier, l'astronome, qui a beaucoup travaillé sur cette matière, a bien voulu me communiquer une partie d'un nouvel ouvrage qu'il se propose de donner sur l'aimant, dont on sera bien aise de trouver ici un extrait, relativement à ces barreaux magnétiques.

445. DANS le nombre des méthodes les plus nouvelles, celle de M. Mitchell, & celle de M. Antheaume, syndic des tontines à Paris, méritent particulièrement d'être connues: nous nous arrêterons à celle que décrit ce dernier auteur, tant pour faire de ces barreaux magnétiques, que pour aimanter ces barreaux sans le secours d'aucune pierre d'aimant (c). Chaque barre qu'il veut employer, est d'abord rougie au feu un peu plus qu'il ne conviendrait pour la tremper: alors la faisant tenir par une autre personne, il la frotte une ou deux fois sur les deux principales faces en même tems, avec un morceau de savon qu'il tient de chaque main; & pendant cette friction la barre revient à la couleur convenable à la trempe, qu'il lui donne tout de suite. Cette qualité de trempe lui a toujours bien réussi: il a cependant observé qu'au lieu d'employer le savon, si, lorsque la barre est rouge

(a) On appelle ainsi en général plusieurs plaques de fer qu'on attache à une pierre d'aimant, & par le moyen desquelles on augmente prodigieusement la force.

(b) Voyez les *Transactions philosophiques*, année 1750.

(c) Dans un mémoire qui a remporté

en 1760 le prix proposé par l'académie des sciences de Pétersbourg, sur les questions pour l'année 1758: 1°. Quelles sont les propriétés des aimants artificiels par rapport aux naturels. 2°. Quelle est la meilleure méthode de les faire; 3°. &c. imprimé à Pétersbourg en 1750, avec figures.

couleur de cerise, on la trempe dans une forte dissolution d'une partie de sel ammoniac sur trois parties d'eau commun, elle recevra encore mieux, étant trempée de cette façon, la vertu magnétique.

446. SUR une plaque inclinée de 70 degrés pour Paris, du côté du nord, & dans la direction du méridien magnétique, il place de filc deux barres de fer quarrées de quatre à cinq pieds de longueur, sur quatorze à quinze lignes d'épaisseur, limées quarrément par leurs extrémités qui se regardent, entre lesquelles il laisse un intervalle de six lignes: il applique à chacune de ces extrémités une espee d'armure formée avec de la tôle de deux lignes d'épaisseur, de quatorze à quinze lignes de largeur, & une ligne de plus en hauteur que les barres. La surface de la tôle qui doit être appliquée à la barre, est limée plane: trois des bords de l'autre surface sont taillés en biseau ou chanfrein; & le quatrieme, qui doit excéder d'une ligne l'épaisseur de la barre, est limé quarrément pour former une espee de talon; pour remplir le reste de l'intervalle, on met entre les deux armures une petite languette de bois de deux lignes d'épaisseur. Le tout étant ainsi disposé & placé dans la direction du courant magnétique, on glisse sur ces deux talons à la fois, suivant la longueur des barres de fer, la barre d'acier qu'il s'agit d'aimanter, la faisant aller & venir lentement d'un de ses bouts à l'autre, comme on ferait si l'on aimantait sur les deux talons d'une pierre d'aimant. L'auteur a été surpris de voir qu'il aimantait ainsi tout d'un coup non-seulement de petites barres, mais aussi de grosses barres d'acier d'un pied de hauteur, & même plus longues: il ajoute qu'une autre expérience faite ensuite, lui a fait connaitre que cette opération produit des effets encore plus surprenans, en y employant des barres de fer de dix pieds de longueur chacune; que la force magnétique communiquée pour lors à la barre d'acier qu'on aimante, égale celle qu'elle recevrait d'un bon aimant.

447. M. Auteaume, à la suite de son mémoire, ajoute que lorsque deux barres de quatre, cinq & six lignes, & même d'une plus grande épaisseur, sont trempées par la méthode qu'il indique page 10, il faut faire attention que le fluide magnétique doit nécessairement pénétrer plus avant, & qu'on a besoin en ce cas d'une plus grande saturation ou d'un plus grand reflux: donc, pour leur donner la vertu magnétique, on placera la premiere des deux barres que l'on veut aimanter, horizontalement & de file entre deux barres magnétiques, de façon que ces trois barres forment ensemble une ligne droite. A l'égard de la seconde barre qu'il s'agit d'aimanter, on la placera comme la premiere, entre deux autres barres magnétiques, formant une seconde ligne parallele à la premiere: on laissera entre ces deux paralleles quelques pouces de distance, suivant la grosseur des barres: mais il est nécessaire d'observer l'opposition des poles; c'est-à-dire, qu'à notre premiere

ligne de barres, il faut que le pôle sud de la barre magnétique qui se trouve à droite, réponde au pôle nord de celle qui est à gauche; & au contraire, dans la seconde ligne parallèle, la barre magnétique placée à gauche, présentera son pôle sud au pôle nord de la barre magnétique placée à droite. Présentement il faut unir ces deux lignes parallèles par de petites règles de fer nommées *contacts*, & qu'on place aux extrémités, & l'on débouchera d'abord les pores des deux barres qu'il s'agit d'aimanter, y employant pour cet effet les faisceaux des barres de M. Michell. Quant aux lames de fer appelées *contacts*, l'expérience, ainsi que le tourbillon magnétique formé autour de ces règles, ont indiqué qu'il fallait les construire en demi-cercle. On fait passer successivement & plusieurs fois ce faisceau tenu perpendiculairement sur les deux surfaces de chacun des deux lignes parallèles, en les retournant à plusieurs reprises, sans néanmoins déranger l'ordre des pôles dedites barres magnétiques. On aura aussi l'attention de présenter le faisceau sur la surface dedites lignes, de façon que l'ordre de ses pôles se trouve d'accord avec les pôles des barres magnétiques qui composent ces deux lignes parallèles. Enfin, sans défaire ces lignes ni leurs contacts, on emploiera la méthode de M. Anteaume au sujet des aimans artificiels, pour parvenir à communiquer à ces fortes barres la plus grande vertu magnétique.

448. LA raison qui oblige à laisser quelques pouces de distance entre les deux barres placées parallèlement, c'est afin que le faisceau dont on se sert lorsqu'il passe sur une des deux lignes de barres, ne puisse pas nuire à la ligne parallèle en troublant le fluide magnétique qui y circule; ce qui ne manquerait pas d'arriver, si les deux parallèles étaient trop proches l'une de l'autre.

449. POUR mieux aimanter encore l'acier, & rendre le centre magnétique plus sensible, on pourrait presque dire plus déterminé, on a recours à la méthode connue à Londres sous le nom de la *double touche*. 1°. On prend deux barreaux magnétiques, qu'on applique par leurs extrémités, & en les inclinant d'environ 15 degrés sur la règle horizontale & vers son milieu, en sorte que leurs extrémités désignent des pôles contraires, & que ces pôles s'approchent l'un de l'autre sans se toucher. 2°. On fait glisser ces barreaux magnétiques également & lentement, en les écartant toujours l'un de l'autre sous la même inclinaison, & ayant attention de ne pas aller au-delà des extrémités de l'aiguille qu'on veut aimanter. 3°. On recommencera plusieurs fois cette opération, jusqu'au terme de saturation indiqué par l'usage, observant toujours de ne pas déborder inégalement l'aiguille qu'on frotte avec les barreaux magnétiques, ni de passer au-delà de ses extrémités. 4°. Si l'acier de l'aiguille est bien choisi, sur-tout selon la direction des fibres qui

le composent, & s'il est homogène, le centre magnétique se trouvera au milieu de cette aiguille; c'est-à-dire, que les deux poles des extrémités auront des forces égales. On pourrait y procéder en appliquant toujours sous le même angle un ciseau tranchant sur ce point du milieu, & commençant à faire couler les deux barreaux sur ce ciseau avant que de descendre sur l'aiguille, qu'on aura soin de parcourir comme ci-devant. On aura attention de faire mouvoir en arrière les deux barreaux, jusqu'à ce qu'ils parviennent en même tems à chacune des extrémités de l'aiguille qu'on veut aimanter. Cette pratique est usitée à Paris dans le Temple, par le sieur Digg, qui a indiqué par-là le meilleur moyen de découvrir le centre magnétique, qu'il a toujours la liberté de placer ainsi où il le juge à propos; si c'est au milieu, il lui est facile, avec un compas, de diviser la règle ou aiguille en deux également, & d'y appliquer sous un angle de 15 à 20 degrés (& d'équerre à l'aiguille qu'il s'agit d'aimanter) le ciseau par où il faut commencer à conduire de haut en bas les barreaux magnétiques. On continue de la sorte sans interruption & d'un mouvement non-interrompu, qui soit uniforme, jusqu'à chaque extrémité de la règle ou de l'aiguille qu'on se propose d'aimanter.

Des travaux de mines qui s'exécutent par le secours des machines.

Nécessité de la mécanique pour le succès de ces opérations.

450. SE donner de l'air dans une mine, c'est-à-dire, y faire entrer un nouvel air, ou aider à la libre circulation de celui qui s'y trouve; se débarrasser des eaux qui gêneraient considérablement, ou empêcheraient même la pourchasse des veines; enlever le charbon du fond des souterrains le plus éloignés hors du puits d'extraction, sont les trois opérations les plus considérables des travaux de mines: elles sont principalement remarquables par la nature des difficultés particulières à chacune d'elles, & par l'industrie variée qu'elles exigent pour pouvoir être surmontées. Ces moyens, dus la plupart du tems, dans leur origine, au pur hasard, à des conjectures heureuses & imprévues, à un instinct mécanique, aux ressources d'un tâtonnement attentif & patient, sont aujourd'hui universellement connus & mis en pratique. En traitant la manière d'exploiter en différens pays, nous avons décrit les inventions qui y sont en usage pour l'airage, pour l'épuisement des eaux, pour l'eulement des charbons. L'expérience a tellement constaté la bonté de ces machines, que l'on dirait presque qu'il ne s'agit que de les copier avec précision, & qu'elles ne consistent que dans une exécution de routine. Mais cet heureux succès est réellement fondé sur les loix de la mé-

chanique (a). Qu'une machine soit mue par l'eau, par le vent, ou de toute autre manière, l'effet qu'elle produit est toujours le résultat de la juste proportion des pièces qui la composent, avec la nature & la direction de l'agent qui en est le principe moteur. Ainsi, en général, la pratique des machines doit être éclairée par la théorie, & ce moyen est même le seul qui puisse lui faire faire des progrès rapides & certains.

451. L'APPLICATION raisonnée des loix de l'équilibre & du mouvement à la construction de machines que j'ai ici en vue, est tellement nécessaire, que, sans ce secours, toutes les descriptions les plus exactes & les mieux détaillées, les *planches* les mieux faites & les mieux développées, deviennent absolument inutiles; les unes les autres ne peuvent plus être regardées que comme des esquisses grossières, incapables de guider dans de pareilles constructions: on fera toujours dans l'exécution, loin du succès que l'on cherche pour enlever plus ou moins promptement une plus ou moins grande quantité d'eau ou de charbon du fond d'une mine, ou pour fixer, selon les circonstances, un choix éclairé entre les machines les plus simples & les plus composées, même pour construire une machine semblable à celle que l'on veut imiter. Cette considération théorique de la partie des mathématiques qui tient à mon objet, ne doit pas entrer dans mon plan. Je dois, comme je l'ai fait pour la géométrie, me borner à recommander aux ingénieurs de mines, de ne point négliger les élémens de statique & de dynamique, puisque ce sont les fondemens de la mécanique pratique & usuelle.

452. DIVERS écrits de nos géomètres Français ont rendu ces connaissances faciles à acquérir: on les trouve rassemblées d'une manière étendue dans plusieurs ouvrages qu'on peut consulter (b). Je me propose uniquement, en finissant ce second article, d'envisager les opérations qui concernent l'airage des mines, l'épuisement des eaux & l'enlèvement du charbon au jour, dans leur rapport avec la physique, les mathématiques & la mécanique. La plupart des machines employées à ces trois différentes opérations, ont été examinées & soumises au calcul par plusieurs sçavans mécaniciens; mais ce qu'ils ont publié à cet égard, est épars dans ces ouvrages considérables dont ils font partie, & qui ne peuvent que difficilement être compris dans la bibliothèque de directeurs des mines.

(a) On appelle *mécanique* ou *science des forces mouvantes*, l'art de faire mouvoir commodément des corps pesans, & qui a pour objet le mouvement des corps & l'équilibre des forces opposées.

(b) *Traité de dynamique*, par M. d'Alembert, 1741. *Traité de l'équilibre & du mouvement des fluides*, pour servir de suite

au *traité de dynamique*; nouvelle édition revue, corrigée & augmentée par l'auteur, 1770. *Traité d'hydrodynamique*, par M. l'abbé Bossut, 2 vol. 1771, & celui de *mécanique*, par le même auteur, nouvelle édition, 1771. *Traité de mécanique*, par M. l'abbé Marie.

453. L'IMPORTANCE de la matière m'a suggéré l'idée d'une tâche à remplir de ma part, celle d'abrégé ces recherches, de rassembler les résultats de ces travaux, concernant *la démonstration physique & pratique* de ces machines, & le calcul de leurs effets. Dans un ouvrage qui m'est parvenu depuis peu, l'auteur a employé le septième chapitre de la seconde section à cet examen, dont il est bien fait pour sentir l'importance (a). Toute machine composée étant formée de machines simples, il m'a paru nécessaire de faire précéder cette rédaction des définitions générales des machines simples : elles seront d'autant moins inutiles, que nous en rapprocherons aussi tout ce que les meilleurs ouvrages renferment de plus frappant & de plus intéressant en expérience, relativement aux effets des machines simples. En écartant ainsi de ces notions communes l'espece de sècheresse qu'elles pourraient avoir aux yeux de nos lecteurs, qui n'auraient encore aucune teinture de mécanique, elles auront pour eux un certain attrait : elles tiendront lieu d'introduction aux savantes recherches dont nous allons faire ici notre profit, & conduiront les ingénieurs de mines à prendre quelque idée des conditions propres aux machines.

Puissances mécaniques, plus proprement dites forces mouvantes.

454. *FORCE mouvante*, est proprement la même chose que *force motrice* ; cependant on ne se sert guère de ce mot que pour désigner des forces qui agissent avec avantage par le moyen de quelque machine : ainsi on appelle parmi nous *forces mouvantes*, ce que d'autres appellent *puissances mécaniques*. En mécanique on appelle *machine*, tout ce qui a une force suffisante, soit pour élever un poids, soit pour arrêter le mouvement d'un corps. On y distingue trois forces. Le *point d'appui*, sur lequel agissent les forces opposées. Le poids ou l'obstacle à vaincre, qu'on nomme *résistance*. L'effort opposé, qui porte le nom de *puissance*, de *cause*, de *force mouvante* ou *force*

(a) *Art d'exploiter les mines, démontré tant par ses principes théoriques, que par les règles de la pratique, &c. accompagné d'un traité sur les maximes politiques, financières, concernant l'exploitation des mines, à l'usage de l'académie impériale & royale de Schemnitz ; par M. Christophle-François Delius, conseiller actuel des commissions de la cour impériale, royale & apostolique, pour le département de la monnaie & des mines ; à Vienne en Autriche, 1773, in-4°. Cet ouvrage, postérieur à celui que*

je desirais voir traduire, contient 519 pages, & 24 planches de grandeur double de celles qui composent le premier. Un étranger, connaisseur en matières de mines, homme de lettres, & actuellement en France, est rempli de la meilleure volonté pour le traduire en notre langue ; il a eu la complaisance de me communiquer la traduction qu'il a faite à ma sollicitation, de plusieurs chapitres : une entreprise aussi utile serait bien digne de la protection du gouvernement.

moerice

motrice (a), est tout ce qui oblige un corps à se mouvoir. On divise les machines en *simples* & en *composées* : les premières, de la combinaison desquelles sont formées les secondes, se distinguent en plusieurs espèces ; savoir, le *levier*, la *poulie*, le *treuil*, le *plan incliné*, la *vis*, le *coin*, la *machine funiculaire* ; encore le *treuil*, la *poulie* & le *coin* se réduisent au *levier*, & la *vis* au *levier* & au *plan incliné*, de manière que toutes les machines simples pourraient se réduire à trois espèces. Le principe dont elles dépendent les unes & les autres, est le même, & peut s'expliquer de la même manière.

446. Tous les mécaniciens ne comptent pas au nombre des machines simples le *plan incliné* : il est cependant vrai que par son moyen on peut élever des fardeaux qu'on remuerait bien difficilement par toute autre machine simple ; d'ailleurs la théorie du *plan incliné* (b) est bien établie ; on peut en conséquence le laisser dans la classe des machines simples. Pour connaître l'effet de ces différentes machines, il faut le calculer dans le cas de l'équilibre ; car dès qu'on a la puissance capable de soutenir un poids, alors en augmentant tant soit peu cette puissance, on fera mouvoir ce poids.

447. LE principe de l'équilibre est un des plus essentiels de la mécanique, & on peut y réduire tout ce qui concerne le mouvement des corps qui agissent les uns sur les autres, de quelque manière que ce soit. Le point essentiel se réduit à déterminer les conditions qui sont propres aux machines, pour établir un parfait équilibre entre deux puissances opposées.

Du levier : vectis, porrectum.

448. LE levier, qui n'est autre chose qu'une espèce de balance ou peson destiné à élever des poids comme la balance, est une barre inflexible, considérée sans pesanteur, sur laquelle trois puissances sont appliquées en trois points différens ; en sorte que l'action de deux puissances est directement opposée à la troisième qui leur résiste. Le point où agit cette puissance, se nomme quelquefois par les Latins, *hypomochlium*, ordinairement *point d'appui* ; c'est ce que les ouvriers appellent *orgueil* ou *cale*, qui se met sous les pincettes ou leviers, lorsqu'ils veulent remuer des fardeaux avec une pince quelconque.

449. SELON que le point d'appui est placé, eu égard au poids & à la puissance, on distingue le levier en plusieurs genres. On appelle *levier du premier genre*, celui où le point d'appui est placé entre la puissance & le poids. *Levier du second genre*, celui où le poids est entre la puissance & le point

(a) On ne doit entendre par le terme *puissance*, dont on se sert communément en mécanique, que le produit d'un corps par

sa vitesse ou par sa force accélératrice.

(b) On appelle de ce nom le plan qui fait un angle avec un plan horizontal.

d'appui. *Levier du troisième genre*, celui dont la puissance est entre le point d'appui & le poids. Dans ces trois leviers il y a équilibre, lorsque les poids & les distances du point d'appui sont en raison réciproque; c'est-à-dire, que les produits des poids (on prend ici la *puissance* pour un *poids*, leur effet étant le même) par leur distance à ce point, sont égaux. Sans cette condition, le plus grand produit l'emportera sur le plus faible, & l'équilibre sera rompu en raison de ce dernier produit sur l'autre. Il est aisé de déterminer la force nécessaire pour vaincre une résistance appliquée à un levier quelconque, cette résistance & son éloignement au point d'appui étant connus. Supposons, par exemple, que deux personnes portent un poids, & qu'on demande ce que chacune en porte en particulier; si le poids est au milieu du levier, il est clair, par les principes établis, qu'elles en portent autant l'une que l'autre. Au contraire, le poids partage-t-il le levier en deux parties inégales? la charge que chaque personne soutiendra sera en raison réciproque de leur distance au point d'appui. Ainsi cette distance étant double par rapport à la première personne, celle-ci ne supportera que la moitié du poids; si elle est triple, le tiers, &c. On voit bien par-là que la puissance peut avoir un avantage considérable sur le poids, en lui donnant un long *bras* (*a*) de levier; & qu'il n'est point de fardeau qu'on ne pût élever, s'il était possible d'avoir une longue barre inflexible & un point d'appui: dans toute cela on considère la personne comme agissant sur le levier par la pression, abstraction faite de toute direction.

450. DE quelque figure que soit un levier, il a toujours les mêmes propriétés qu'un levier droit; c'est-à-dire, que les puissances sont entr'elles en raison réciproque des perpendiculaires abaissées du point d'appui sur leurs directions. Ce point doit toujours se trouver dans le plan de la direction des deux puissances, sans quoi il serait impossible de former un parallélogramme de ces trois directions. Dans chaque cas où l'on emploie cette machine, elle doit avoir une grosseur & une résistance proportionnées à sa longueur, à la matière dont elle est faite, & aux efforts qu'elle est obligée de supporter.

451. VOILA toute la théorie des leviers simples; celle des leviers composés est différente, selon qu'ils sont composés de plusieurs branches, ou que ces leviers sont *droits* ou *coudés*, lesquels sont alors nommés *leviers composés*. La théorie des leviers composés s'applique à plusieurs autres machines simples, comme on le verra par la suite.

(*a*) On nomme *bras de levier* les perpendiculaires abaissées du point d'appui sur la direction des deux puissances qui lui

sont opposées; & on considère le point d'appui comme une résistance, puisqu'il résiste aux deux autres.

Des poulies & des roues, autrement appellées mollettes; LE. Rolles; en latin trochlidium, monofastes, orbiculus, trochlea simplex.

452. ON nomme *poulie*, une espece de roue mobile dans son effieu (a), creusée dans sa surface supérieure, pour y recevoir une corde destinée à faire tourner la poulie. L'assemblage de plusieurs de ces petites roues prend le nom de *mouffle* (b), qu'on donne encore au chassis de la poulie; dans la mouffle, les poulies sont posées ou les unes au-dessus des autres, ou les unes à côté des autres: on les appelle *poulies moufflées*; elles ne sont que des assemblages de leviers correspondans. Parmi les poulies employées en houillerie, il ne s'en trouve pas qui puissent être précisément appellées de ce nom. Nous n'avons ici à parler que des poulies simples, qui entrent dans la construction de plusieurs des machines que nous avons décrites. L'effieu sur lequel la roue tourne, est nommé *goujon*, *boulon* (c), *tourillon*; l'espece d'étau dans lequel passe le goujon, s'appelle *chappe*, *capfa*.

453. QUAND la poulie est attachée à un point fixe, on la nomme *poulie fixe*; toutes celles employées dans les machines de houillerie, sont de ce genre: elle est dite *poulie mobile*, lorsqu'elle peut s'approcher ou s'éloigner du point fixe auquel l'extrémité de la corde est attachée. Les *poulies fixes* n'augmentent point la force de la puissance: elles ne servent qu'à changer les directions & à diminuer les frottemens, qui seroient très-considerables, si la corde ne tournait pas avec la poulie, & qu'elle fût obligée de glisser sur un cylindre immobile; car il ne s'agit guere avec cette machine, que du frottement qui se fait de la poulie contre son effieu, frottement incomparablement plus petit que celui de la corde sur un cylindre immobile. Ainsi, si une puissance soutient un poids par le moyen d'une poulie fixe, la puissance sera égale au poids.

454. IL n'en est pas de même des *poulies mobiles*. Si une puissance soutient un poids attaché à une poulie mobile, cette puissance sera la moitié du poids, lorsque la direction du poids & celle de la puissance seront parallèles; car dans ce cas le diametre de la poulie mobile est un levier du second genre, dont le point d'appui est à l'extrémité, la puissance à l'autre extrémité, & le poids au centre. Quand une puissance soutient un poids à l'aide

(a) *Effieu*, *axe*, chez les Latins *cathe-
tes*, en mécanique, est proprement une
ligne ou un morceau de bois ou de fer en
longueur, qui passe par le centre d'un corps,
& qui sert à le faire tourner sur lui-même.

(b) *Polyfasterius*.

(c) Tout morceau de fer qui, dans une

machine quelle qu'elle soit, fait la fonction
de boulon ou de goujon dans une poulie,
porte en général le nom de *boulon*; dans
une poulie c'est le petit axe placé dans le
centre de la poulie, qui unit la chappe à la
poulie, & sur lequel la poulie tourne.

d'une poulie dont la chappe est immobile, la puissance est égale au poids. Ces poulies, nommées *poulies de renvoi*, changent la direction, & empêchent les frottemens que ferait un cylindre immobile.

455. Si une puissance soutient un poids à l'aide d'une poulie, à la chappe de laquelle le poids soit attaché, les cordes étant parallèles, la puissance n'est que la moitié du poids. Si une puissance soutient un poids à l'aide de plusieurs poulies, la puissance est au poids comme l'unité au double du nombre des poulies d'en-bas.

456. LA multiplication des roues est extrêmement utile en mécanique, soit pour aider, soit pour accélérer le mouvement; mais elle entraîne d'un autre côté une plus grande quantité de frottemens, qui peut quelquefois devenir si considérable, qu'elle absorberait la plus grande partie de la force mouvante.

Du treuil & des machines qui s'y rapportent.

457. LE treuil ou tour, est une machine formée d'un cylindre ou *rouleau*, c'est-à-dire, d'un morceau de bois de forme cylindrique, appelé aussi *tambour* (a), qui repose sur deux appuis inébranlables. Les extrémités ou *tourillons* du cylindre sont disposés de manière à pouvoir tourner facilement dans les deux trous ou fentes des appuis. Cet ensemble forme le *treuil* ou *tour*, c'est-à-dire, un gros cylindre ou essieu en forme de rouleau, qui suppose particulièrement l'arbre ou le cylindre parallèle à l'horizon, & dans le milieu de ce cylindre, une roue fixée perpendiculairement, ou des barres en travers pour le faire tourner.

458. DANS les mines, au lieu de roues & de leviers, on se sert souvent d'une manivelle (b). La roue que la puissance s'efforce de faire tourner, ou la *manivelle*, entraînent dans leur révolution le tambour, auquel est attachée une corde qui soutient le fardeau, & qui l'élève peu à peu à mesure que le cylindre tourne. À chaque révolution du tour, la puissance aura parcouru la circonférence entière de la roue, & le poids aura monté dans le même tems d'une quantité égale à la circonférence du cylindre. Lorsque la puissance est fort petite, relativement au poids qu'on veut élever, il faut, pour qu'il y ait équilibre, que le rayon de la roue soit extrêmement grand; on remédie à cet inconvénient, en augmentant le nombre des roues & des

(a) En mécanique *tambour*, en latin *tympanus*, *peritrochium*, est une espèce de roue placée autour d'un axe ou poutre cylindrique, au sommet de laquelle sont deux bâtons ou leviers enfoncés, afin de pouvoir plus facilement tourner l'axe pour soulever les poids qu'on veut enlever.

(b) *Manivelle* dans les machines est une pièce de fer coudée, qui donne le mouvement à l'axe de la machine: il y en a de simples; d'autres se replient deux fois à angles droits; d'autres se replient trois fois, comme dans la manivelle à tiers-point.

effieux, & en les faisant tourner les unes sur les autres par le moyen de dents & de pignons qui rendent la machine composée, de simple qu'elle était : nous en parlerons à cet article.

459. EN regardant ces leviers comme autant de rayons d'une même roue, on voit bien que c'est la même machine; il paraît seulement que la révolution du tambour, produite par la force des leviers, est moins uniforme que celle qui s'opère par la roue; mais aussi le volume des leviers est moins embarrassant.

Axe dans le tambour, ou effieu dans le tour; roue dans son effieu, ou simplement tour : axis in peritrochio.

460. CETTE machine, employée à élever des poids, est composée d'une espèce de tambour mobile avec une poutre cylindrique, qui lui est concentrique autour de l'axe. Ce cylindre posé horizontalement, s'appelle l'axe ou l'effieu, & le tambour se nomme le tour. Les leviers adaptés au cylindre, sans quelquefois qu'il y ait de tambour, portent le nom de rayons, en latin *scytala*. Dans le mouvement du tour une corde se roule sur le cylindre, & fait monter le poids. On rapporte à l'effieu dans le tour toutes les machines où l'on peut concevoir que l'effort se fait par le moyen d'une circonférence ou tambour fixé sur un cylindre, dont la base est dans le même plan que cette circonférence, comme dans les moulins les *cabestans*, les *grues*.

461. LE treuil ou tour, dont le rouleau est perpendiculaire à l'horizon, change de nom : on l'appelle dans les ouvrages ordinaires *vindas* ou *cabestan*. Comme pour les travaux de mines on augmente sa force par des poulies différemment placées dans la charpente qui le couvre, il est distingué en France par le nom de *machine à mouffles*; au pays de Liege, *grand hernax*, &c. Alors le treuil devient une machine composée, ainsi que la grue. Nous réservons les détails qui en dépendent, au moment où nous parlerons des machines composées que l'on met en usage pour élever les eaux & le charbon hors d'une mine.

462. LA vis qui se réduit au plan incliné & au levier, est un cylindre droit, revêtu d'un cordon ou d'un filet de spirale, dont la grosseur est uniforme, & dont l'inclinaison à l'axe du cylindre est constamment la même dans toute sa longueur. Un tour entier du filet de la vis s'appelle *spire*, & l'intervalle qui sépare parallèlement à l'axe de la vis deux spires consécutives, se nomme le *pas de la vis*.

463. L'*écrou* est comme le moule de la partie de la vis qui s'y trouve engagée; c'est un solide sillonné intérieurement, de manière qu'il puisse s'insinuer peu à peu dans ce filet, en rampant, pour ainsi dire, tout le long

de ses spires. Tantôt la vis est fixe ; & alors ses filets glissant sur ceux de l'écrou, on fait mouvoir à son gré l'écrou même. Ces sortes de vis servent beaucoup pour unir fortement deux corps ensemble ; mais il est encore plus ordinaire d'employer la vis mobile, quand il s'agit de casser ou de presser certains corps : en faisant tourner son cylindre, le filet de la vis s'introduit peu à peu dans les sillons de l'écrou, & il en résulte une pression considérable.

Machines funiculaires, funes ductarii ; cordes, G. Geipel fait.

464. LES liens avec lesquels on attache les ustensiles dans lesquels on élève au jour les charbons ou les eaux de la mine, sont ou des cordages ou des chaines, selon la force des machines employées à soutenir ces différents poids, selon la grandeur de ces ustensiles, ou selon la profondeur du puits. Dans les mines de fer de Dannemora (a), il n'y a point d'échelles ; les machines d'extraction élèvent tout avec des cordes de cuir & de chanvre. Tous les ouvriers, hommes, filles, femmes & garçons, montent & descendent hardiment sur les seaux, & s'y mettent jusqu'à cinq personnes à la fois. Dans les mines de fer de Nordmark, on préfère pour les endroits secs, les cordes de cuir ; il en est qui ont jusqu'à 30 toises de longueur : elles coûtent de 1000 à 1200 livres, & durent une dizaine d'années, à ce que l'on assure, ce qui dédommage de la cherté.

465. LE plus communément on fait usage en France, de grosses cordes, & M. de Tilly leur donne la préférence sur les chaines ; mais en faisant attention à la besogne qui se passe au principal chargeage, & à l'usage où les ouvriers sont, la plupart du tems, de descendre dans la mine & de remonter avec les seaux & les paniers, on reconnaît qu'il paraît difficile de se ranger de l'avis de M. de Tilly sur ce point d'économie. Les ouvriers sont déjà assez inattentifs sur tous les risques qu'ils courent ; c'est au directeur des travaux à pourvoir à la sûreté de ceux qu'il emploie, & l'on ne peut trop s'occuper de la conservation des hommes. Quand il ne s'agit que d'élever des seaux ou des caissons dans des fouilles de peu de conséquence, il est tout simple de préférer des cordes ; mais hors de ces occasions, si l'on veut s'en servir, on ne saurait trop s'assurer de la force de celles que l'on veut employer, après avoir choisi celles qui ont tout le degré de perfection possible. La résistance des cordes doit aussi, par toutes sortes de raisons, entrer dans le calcul de la puissance des machines. Feu M. Amontons, & de nos jours M. Duhamel, se sont appliqués à connaître tout ce que l'on doit

(a) Province de Roslagie, en Upland.

attendre des cordes, quant à leur qualité, eu égard au nombre des fils, & à leur poids, quant aux proportions de leur résistance, leur roideur, & tout ce qui résulte de leur frottement dans les machines où l'on en fait usage. (a)

466. LES expériences de M. Duhamel, pour éprouver la bonté & la force des cordes, ont été publiées en 1758 dans les journaux d'Angleterre, & insérées dans le Journal économique du mois de janvier de cette même année; & depuis, elles ont été détaillées par l'auteur dans un de ses ouvrages. (b) Ces différentes recherches se rapportent assez à notre objet, pour en placer ici le résultat.

De la force des cordes comparée avec la somme des forces des fils ou brins qui les composent, & avec leurs poids.

467. " 1^o. Une corde de chanvre de Clérac, composée de six fils unis dans toutes leurs parties, c'est-à-dire, par-tout d'une égale épaisseur, & également tors par-tout, deux fils à chaque cordon, fut essayée comme il suit : Quatre pièces de quatre brasses de longueur chaque, furent essayées dans leur force à la romaine; leur force moyenne se trouva être de 631 livres. On prit ensuite une autre corde comme la précédente, avec le même fil, de la même longueur, & diminuée en proportion égale en tordant les cordons; mais elle fut composée de neuf fils, trois à chaque cordon: sa force se trouva être de 1014 livres. On commanda une autre corde, qui ne différait des précédentes qu'en ce qu'elle avait douze fils, quatre à chaque cordon; sa force parut être de 1564 livres. On fit ensuite une pareille corde de dix-huit fils, six par cordon: sa force parut être de 2148 livres 12 onces. "

468. L'auteur remarque " que si la force des cordes augmentait en proportion du nombre des fils, celle de six fils ayant supporté le poids de 631 livres, celle de neuf ne devait supporter que 946 livres 8 onces; mais par l'expérience elle porta 1014 livres. La corde de douze fils, en comparaison de celle de six, suivant la même observation, ne devait supporter qu'un poids égal à 1262 livres, au lieu qu'elle en a porté 1564; & si l'on veut comparer la corde de douze fils avec celle de neuf, on trouvera qu'elle devait supporter simplement 1352 livres, au lieu de 1564. La corde de dix-huit fils, comparée avec celle de six, ne devait supporter que 1893 livres, comparée avec celle de neuf, 2028, & avec celle de douze, 2346 livres; mais on trouva par l'expérience, qu'elle ne caïssa

(a) On appelle *frottement* la résistance qu'apporte au mouvement de deux corps l'un sur l'autre l'inégalité de leur surface.

(b) Traité de la corderie, édition de 1769, page 437.

„ que quand elle fut du poids de 2148 livres trois quarts. Ainsi la corde
 „ de dix-huit fils, comparée avec celle de six, s'est trouvée à l'essai de 255
 „ livres trois quarts plus forte qu'elle ne devait être; comparée avec celle
 „ de neuf, de 120 livres trois quarts; mais comparée avec celle de douze,
 „ elle s'est trouvée trop faible de 197 livres un quart.

469. „ 2°. Une corde de six fils ayant supporté 706 livres un quart,
 „ une de neuf ne devait porter que 1059 livres 6 onces; mais par expé-
 „ rience elle a porté 1075 livres. Une corde de six fils ayant porté 706
 „ livres 4 onces, une de douze devait supporter 1412 livres & demie; cepen-
 „ dant à l'épreuve, elle a porté 1512 livres & demie. Une corde de neuf
 „ fils ayant porté 1075 livres, une de douze devait porter 1433 livres 5
 „ onces; cependant à l'épreuve elle a porté 1532 livres 8 onces. Une corde
 „ de six fils a supporté 706 livres 4 onces; donc une de dix-huit n'aurait
 „ dû porter que 2118 livres 12 onces: cependant elle a supporté 2451
 „ livres 4 onces. Une corde de six fils a supporté 706 livres 4 onces; donc
 „ une de trente aurait dû porter seulement 3531 livres 4 onces: mais à
 „ l'examen elle a porté 4077 livres. Il a fallu une force de 706 livres 4
 „ onces, pour casser une corde de six fils; donc une de vingt-quatre aurait
 „ dû ne porter que 2825 livres; mais, suivant l'expérience, elle a porté
 „ 3325 livres. Une corde de douze fils a porté 1532 livres 8 onces: donc
 „ une de vingt-quatre ne devait porter que 3065 livres: mais à l'épreuve
 „ elle a supporté 3325 livres. Une corde de dix-huit fils a supporté 2451
 „ livres 4 onces; une de vingt-quatre devait donc porter seulement 3268
 „ livres 5 onces: cependant il en a fallu 3325 pour la casser. Une corde
 „ de neuf fils ayant supporté 1075 livres, une de vingt-sept devait porter
 „ 3225 livres, néanmoins elle en porta 3583. Ces expériences démontrent
 „ que les cordes augmentent en force plus que proportionnellement au
 „ nombre des fils qui les composent; de manière qu'il serait possible d'éta-
 „ blir une gradation de proportions qui pourrait ne pas beaucoup s'écarter
 „ de la vérité, pourvu que les cordes soient faites avec un fil égal, &
 „ câblées de même; en un mot, pourvu qu'elles ne diffèrent que par le
 „ nombre des fils. „

470. ON a ensuite procédé à examiner si l'augmentation de la force des
 cordes était proportionnelle à leur poids. Voici les observations qui ont été
 faites. „ Une corde pesant neuf onces, a supporté 706 livres 4 onces. Une
 „ autre faite du même fil, & pesant treize onces, devait porter 1020 livres
 „ 2 onces; cependant à l'épreuve elle a supporté 1075 livres; par consé-
 „ quent elle s'est trouvée de 54 livres 14 onces plus forte que par l'ana-
 „ logie. Une corde du poids de neuf onces a supporté 706 livres 4 onces:
 „ donc une autre de dix-sept onces aurait dû porter 1334 livres; mais elle

„ a supporté 1532 livres 8 onces ; conséquemment elle étoit de 198 livres
 „ 8 onces plus forte que par l'analogie. Il résulte de toutes ces expériences,
 „ que les cordes de toutes espèces augmentent en force plus que la propor-
 „ tion de leur poids. On doit cependant observer 1°. qu'on ne peut décider
 „ absolument la quantité précise de la force des cordes, au-dessus de la pro-
 „ portion de leur poids ; mais comme dans toutes les expériences précédentes,
 „ cette supériorité se trouve constamment manifeste, & comme on la
 „ distingue aussi par le nombre des fils, on peut être convaincu de sa réa-
 „ lité, & l'on conçoit qu'elle dépend des raisons qui se trouvent rapportées
 „ dans une remarque précédente. Mais, quoique l'on convienne que les ex-
 „ périences sont presque inévitablement accompagnées d'erreurs qui, quoi-
 „ que petites, sont un obstacle suffisant à une gradation décisive de propor-
 „ tion, il paraît évidemment que l'excès de la force l'emporte de beaucoup
 „ sur la différence des pesanteurs. On doit observer encore, que, quoiqu'on
 „ puisse inférer de ces expériences que telle corde est environ d'un cin-
 „ quième, d'un tiers ou de moitié plus forte qu'une autre, ces quantités
 „ ne doivent pas être prises dans toute l'exactitude géométrique, mais
 „ comme des approximations physiques, qui ne s'éloignent pas beaucoup
 „ de la vérité. „

471. LA connaissance de la résistance causée par le frottement des parties d'une machine, & par la roideur des cordes qui sont obligées de se plier pour son action, n'est pas moins nécessaire pour bien juger de l'effet d'une machine, que l'est celle des différents rapports des parties qui la composent, & qui communiquent le mouvement les unes aux autres. L'observation fait voir qu'une corde est d'autant plus difficile à courber, 1°. qu'elle est roide & plus tendue par le poids qu'elle porte ; 2°. qu'elle est plus grosse ; 3°. qu'elle est plus courbée, c'est-à-dire, qu'elle enveloppe un plus petit cylindre.

472. DES expériences faites par M. Amontons (a), pour s'assurer des proportions dans lesquelles ces différentes résistances augmentent, il s'ensuit que la roideur de la corde, produite par le poids qui la tire, augmente à proportion du poids, & que la roideur qui vient de l'épaisseur de la corde, augmente à proportion de son diamètre ; enfin, que la roideur qui vient de la petitesse des poulies autour desquelles la corde doit être entortillée, est plus forte pour les plus petites circonférences que pour les grandes, quoiqu'elle n'augmente pas dans la même proportion que ces circonférences diminuent. D'où il s'ensuit que la résistance des cordes dans une machine étant estimée en livres, devient comme un nouveau fardeau qu'il faut ajou-

(a) Mémoires de l'académie des sciences, année 1699, sur la roideur des cordes que l'on emploie dans les machines.

ter à celui que la machine doit élever ; & comme cette augmentation de poids rendra les cordes encore plus roides , il faudra de nouveau calculer cette augmentation de résistance : ainsi l'on aura plusieurs sommes décroissantes qu'il faudra ajouter ensemble , comme quand il s'agit du frottement , & qui peuvent se monter très-haut.

473. EN effet, en faisant cette opération sur toutes les résistances que produit la roideur des cordes lorsqu'on s'en sert dans une machine , & toutes celles que le frottement occasionne , la difficulté du mouvement se trouvera si considérablement augmentée , qu'une puissance mécanique qui n'aura besoin que d'un poids de 1500 livres pour en élever un de 3000 livres , par le moyen d'une *mouffle simple* , c'est-à-dire , d'une *poulie mobile* , & d'une poulie fixe , doit , selon M. Amontons , en avoir un de 3942 livres , à cause des frottemens & de la résistance des cordes.

474. CES considérations doivent servir de règle dans l'usage des *treuils* & des autres machines pour lesquelles on se sert de cordes. Si l'on négligeait de compter leur roideur , on tomberait infailliblement dans des erreurs considérables , & le mécompte se trouverait principalement dans les cas où il est très-important de ne se point tromper , c'est-à-dire , dans les grands effets ; car alors les cordes sont nécessairement fort grosses & fort tendues. C'est d'après ce principe , que M. Camus , dans les Mémoires de l'Académie (a) , examine quelle est la meilleure manière d'employer les seaux pour élever de l'eau.

475. LES conséquences qui se déduisent de la résistance des cordes , sont , 1°. qu'on doit préférer les plus grandes poulies aux petites , non-seulement parce qu'ayant moins de tours à faire , leur axe a moins de frottement , mais encore parce que les cordes qui les entourent y souffrent une moindre courbure , & ont par conséquent moins de résistance. Cette considération est d'une si grande conséquence dans la pratique , qu'en évaluant la roideur de la corde selon la règle de M. Amontons , on voit clairement que , si on voulait élever un fardeau de 800 livres avec une corde de vingt lignes de diamètre , & une poulie qui n'eût que trois pouces , il faudrait augmenter la puissance de 212 livres , pour vaincre la roideur de la corde ; au lieu qu'avec une poulie d'un pied de diamètre , cette résistance céderait à un effort de 22 livres , toutes choses d'ailleurs égales. Il faut ajouter à cela , que la roideur des cordes est d'autant plus grande , qu'elles sont obligées de plier plus vite ; de sorte qu'on doit y avoir égard dans le calcul d'une machine , lorsqu'il se trouve des cordes qui plient avec différentes vitesses. Les cordes neuves résistent plus à se courber que les vieilles , ce qui fait qu'elles

(a) Année 1739.

éloignent la direction du poids du diamètre horizontal de la poulie, & qu'allongent le bras de levier, elles obligent la puissance à un plus grand effort; d'ailleurs les cordes neuves, chargées de tout le poids qu'elles peuvent porter, sont plus sujettes à se rompre que lorsqu'on les charge successivement pour les rendre souples. Enfin la circonférence du treuil augmente selon la grosseur des cordes; ainsi quand elles ne font qu'un tour, il faut, dans le calcul des machines, ajouter le demi-diamètre de la corde au rayon du treuil, pour former le bras de levier; & si elle doit faire plusieurs tours les uns sur les autres, il faut estimer la puissance résistante dans le cas où le bras du levier qui lui répond, sera plus allongé par la grosseur de la corde.

476. M. Saverien, de qui nous empruntons cet extrait (a), termine cette théorie par la solution d'un problème curieux & utile, pour en faire comprendre l'usage. Quelle est la force nécessaire pour élever un poids de 800 livres avec une poulie fixe de 24 pouces de diamètre, son boulon ayant un pouce, & la corde 18 lignes? 1°. D'abord, pour être en équilibre avec le poids, la puissance doit être de 800 livres. 2°. Pour surmonter la roideur de la corde, je multiplie 800 livres par 18, diamètre de la corde, & je divise 14400 livres par 24, diamètre de la poulie: le quotient est 600 onces, qui font 37 livres & demie, valeur de la force nécessaire pour surmonter cette roideur. A l'égard de la résistance causée par le frottement de la poulie contre le boulon, il faut d'abord faire attention que cette poulie est chargée de deux fois celui de 800 livres & de 37 & demie, somme totale de 1627 livres & demie; de cette somme je prends 819 pour le frottement que je multiplie par le rayon du boulon, & divise par celui de la poulie: le quotient donne 34 livres pour le frottement réduit à l'extrémité du bras de levier; ainsi en ajoutant ces trois nombres 800, 37 $\frac{1}{2}$, 34, j'ai 871 $\frac{1}{2}$, qui exprime la puissance capable de faire monter le poids. Si, tout le reste étant égal, la poulie n'avait que quatre pouces de diamètre, la puissance serait de 1253, au lieu de 871: ce qui fait voir combien il est important de préférer les grandes poulies aux petites. C'est ainsi que ces différentes machines facilitent l'action des puissances pour mouvoir des poids (b), non pas en augmentant réellement ces puissances, mais en favorisant leur action par la manière dont elle est appliquée. Ainsi dans la poulie, par exemple, la puissance doit être égale au poids, cependant la poulie aide la puissance, parce que la manière dont la puissance y est appliquée, facilite son action, & la met en état d'agir commodément.

477. Il y a dans toutes les machines une proportion nécessaire entre le

(a) Au mot *Poulie*, tome II.

une machine, ou de ce qui résiste, de quelle manière que ce soit, au mouvement que l'on veut imprimer.

(b) *Poids* en mécanique se dit de tout ce qui doit être élevé, soutenu ou mu par

poids & la puissance motrice. Si l'on veut augmenter le poids, il faut aussi augmenter la puissance ; c'est-à-dire, que les roues ou autres agens doivent être multipliés, ou, ce qui revient au même, que le tems doit être augmenté, ou la vitesse diminuée.

Des machines composées en général.

478. Les machines simples ont, comme on l'a vu, différentes destinations : elles ont chacune leurs propriétés, leur objet particulier, & toute la perfection dont elles sont susceptibles : ainsi, tant qu'elles peuvent avoir lieu, les machines les plus simples sont toujours préférables. Mais faute de connaître les meilleures proportions de leurs parties, on n'en tire pas toujours le service qu'on pourrait en attendre : on les néglige, & on leur en substitue souvent mal-à-propos d'autres plus composées, qui demandent un plus grand entretien. En même tems néanmoins il est rare qu'on puisse, dans le travail des mines en grand, produire par le moyen d'une machine simple l'effet dont on a besoin. Il est donc nécessaire & indispensable de faire usage de machines de l'espece appelée *composée* ; & l'on appelle ainsi les machines qui résultent de plusieurs machines simples jointes & combinées ensemble, ou de la même répétée un certain nombre de fois. Mais le tout consiste également, en employant une machine composée, à la rendre la moins compliquée que faire se peut ; à éviter, tant qu'il est possible, les frottemens & autres résistances étrangères au produit effectif que l'on veut obtenir. La machine de ce genre la plus parfaite, sera celle où la force mouvante se transmet avec le moins de déchet qu'il est possible au fardeau à élever.

479. TOUTE machine composée étant le résultat de machines simples, il suit que dans toute machine de cette espece, le rapport de l'effort de la puissance à la résistance avec laquelle elle est en équilibre, est composé de tous les rapports qui auraient lieu séparément dans chaque machine. Ce rapport se trouve en comparant les espaces parcourus dans le même tems par la puissance & le poids, dans un même mouvement des machines ; ces espaces sont en raison inverse de la puissance au poids. Pour faire l'application de cette règle à une machine composée, il faut y considérer quatre quantités. 1°. La puissance ou la force motrice qui meut la machine (cette force peut être ou des hommes, ou des animaux, ou des poids, ou un courant d'eau). 2°. La vitesse ou le chemin de ce poids dans un tems donné. 3°. La force de la résistance ou du poids mu par la machine. 4°. La vitesse ou le chemin de ce poids dans le même tems donné.

480. Si l'on compare ensemble ces quatre quantités, le rapport des deux puissances sera l'inverse de celui des deux dernières ; ou, ce qui revient au

même, le produit des deux premières, qui exprime la quantité de mouvement de la puissance, sera égal au produit des deux dernières, qui exprime la quantité de mouvement de la résistance. Or, selon le principe fondamental de la mécanique, dans toutes les machines, les quantités de mouvement sont toujours égales. C'est de cette égalité de rapport qu'ont les produits de ces deux quantités de mouvemens, qu'on détermine, par des regles simples & sûres, le plus grand effet qu'on attend d'une machine; car trois de ces quantités étant connues ou données, on trouve la quatrième. Si, par exemple, la force & le chemin de la puissance sont donnés, & le chemin de la résistance, alors la première, la seconde & la quatrième quantités sont connues : d'où l'on trouve la troisième, ou la force de la résistance, en divisant le produit des deux premières par la quatrième : le produit donne la force de la résistance, ou la valeur du poids mu par la machine.

481. POUR calculer les effets des machines composées, & connaître les proportions les plus avantageuses qu'il faut leur donner, on doit considérer ces machines dans l'état d'équilibre, c'est-à-dire, dans l'état où la puissance qui doit mouvoir le poids, ou surmonter la résistance, est en équilibre avec le poids ou la résistance : il n'est pas possible, selon la remarque d'un savant écrivain sur cette matière (a), d'avoir une idée juste de l'effet des machines, si l'on n'a pas fait une étude approfondie des loix générales de l'équilibre. Les ingénieurs de mines sont invités à se procurer cet ouvrage, dans lequel la théorie physique de l'équilibre des machines est jointe à celle de leur équilibre mathématique.

482. COMME toute machine est destinée à se mouvoir, on doit ainsi la considérer dans l'état de mouvement; & alors il faut avoir égard 1^o. à la masse de la machine qui se combine avec la résistance qu'on doit vaincre, & qui doit augmenter par conséquent la puissance; 2^o. au frottement qui augmente prodigieusement la résistance, & qui, dans sa quantité, dépend d'une infinité de circonstances, telles que la nature des surfaces qui frottent, leur grandeur, la pression qui les applique l'une à l'autre, leur vitesse, la longueur du levier, auquel on peut regarder comme appliquée la résistance dont il s'agit. Ces principes, ces loix, ces effets du mouvement, sont le sujet d'un autre ouvrage qu'il serait utile de connaître, afin de se mettre convenablement au fait de la statique & de la dynamique, qui servent de fondement aux autres branches de la mécanique. (b)

483. PARMI les machines composées dont on fait usage pour les travaux

(a) Traité élémentaire de mécanique, avec des notes sur plusieurs endroits, par M. l'abbé Boffut, Paris, 1775. Discours préliminaire.

(b) Traité élémentaire de mécanique & de dynamique, par M. l'abbé Boffut, 1763.

de mines, il en est une en particulier, dont le mécanisme a besoin d'être connu, comme faisant seule une machine composée, dont l'effet est très-considérable, & étant, par cette raison, ajoutée à d'autres machines composées très-fortes, c'est ce qu'on nomme en général *rouet* ou *rouages*.

Des rouages, ou roues dentées.

484. ON comprend sous le nom de *rouages*, toute espèce de machine formée par plusieurs roues ou par d'autres pièces qui, dans leur action, tournent en manière de roues. Afin que ces roues puissent agir les unes sur les autres, & se combiner, leur circonférence ou leurs effieux sont partagés en dents, au moyen desquelles ces roues s'engrenent les unes dans les autres, ce qui fait qu'on les nomme *roues dentées*. Les deux roues ou pièces tournantes en manière de roue, sont distinguées entr'elles par deux noms différens. En général, la plus petite des deux roues qui engrenent l'une dans l'autre, s'appelle *pignon*, & ses dents s'appellent des *ailes*; cependant on donne ce nom plus particulièrement à la roue qui est menée: c'est dans ce sens qu'il faut le prendre dans tout ce que nous dirons en parlant des pignons & des dents, où tout ce qui sera dit de la forme des dents des roues & des ailes des pignons, doit s'entendre de ces dents & de ces ailes, en tant que la roue mène, & que le pignon est mené. Quelquefois, & particulièrement dans les grandes machines, le pignon que l'on emploie afin d'accélérer le mouvement, est une espèce de cylindre creux, nommé *pignon à lanterne*, ou tout simplement *lanterne* (a). Sa surface convexe n'est point garnie de dents: elles sont remplacées par des *fuseaux* cylindriques parallèles entr'eux, & disposés à des distances égales, de manière que ces intervalles forment au-dedans du corps même de la lanterne, des trous dans lesquels doivent entrer les dents d'une autre roue, & que ces fuseaux produisent alors le même effet que les dents ordinaires: c'est en quoi la lanterne diffère des pignons, en ce que les dents du pignon sont saillantes, & placées au-dessus & tout autour de la circonférence.

485. PAR le jeu de ces machines, on juge que les différens rouages ne sont autre chose que des treuils, dans lesquels la puissance agit sur la grande roue à l'aide de ses propres dents. Ce qui tient alors lieu du cylindre, est une roue dentée beaucoup plus petite, adaptée sur l'axe ou tige de la grande roue, de manière qu'elle ne peut tourner que la grande roue ne tourne aussi. Les dents des roues sont ordinairement taillées dans leur plan, c'est-à-dire,

(a) Ce nom de *lanterne*, qui en mécanique désigne une roue dans laquelle une autre roue engrene, est aussi donné dans

les machines hydrauliques, à une pièce particulière, dont nous parlerons à sa place.

en allant de la circonférence vers le centre ; mais il n'est pas rare d'en voir qui sont taillées perpendiculairement au plan des roues : alors la roue s'appelle *roue en couronne*, ou *roue de champ*.

486. DANS l'exécution de ces machines, on doit faire attention à plusieurs choses ; la figure, la durée des dents, leur engrenage & la douceur du mouvement. On peut avoir parfaitement calculé le rapport des roues aux pignons, & en conséquence l'effet que doit faire telle ou telle puissance dans une machine ; mais si la figure des dents des roues & des ailes des pignons, sur lesquelles elles agissent, n'est pas telle qu'il en résulte un mouvement uniforme de ces pignons, c'est-à-dire, que l'effort que font les roues pour les faire tourner, ne soit pas constamment le même, un pareil calcul n'apprendra rien du véritable effet de la machine ; car l'effort des roues étant tantôt plus grand, tantôt plus petit, on ne pourra tabler que sur l'effet de la machine dans le cas le plus défavorable, effet qui sera souvent très-difficile à connaître : de là on voit la nécessité dont il est que ces dents aient une figure convenable. Quoique les machines où l'on emploie des roues dentées datent de plusieurs siècles, ces considérations avaient été entièrement négligées ; les ouvriers chargés de cette partie de l'exécution des machines, ne suivaient d'autre règle que de faire les dents des roues & les ailes des pignons, de façon que les engrenages se fissent avec liberté, & de manière à ne causer aucun arrêt. Plusieurs sçavans de l'académie royale des sciences de Paris, M. Rœmer, premier inventeur, M. Camus, s'en sont occupés.

487. UNE autre chose de grande importance, c'est la perfection des engrenages, c'est-à-dire, la manière dont les dents d'une roue entrent dans les ailes du pignon, & la manière dont elles agissent sur ses ailes pour le faire tourner. Si ces engrenages ne sont pas faits avec précision, il en résulte de grands frottemens, beaucoup d'usure, & quelquefois même des arrêts ; deux grands défauts qu'on doit chercher à éviter. L'essentiel est l'uniformité de l'action de la dent de la roue sur le fuseau ou sur le pignon, pour que l'engrenage ne soit ni trop fort ni trop faible ; c'est-à-dire, que la quantité dont les dents de la roue entrent dans les ailes du pignon, ne soit pas trop grande ni trop petite. Dans le premier cas, les dents des roues sont sujettes à *quoter* (a), de sorte que ni la roue ni le pignon ne peuvent se mouvoir. Dans le second, les extrémités des ailes du pignon sont sujettes à toucher & arc-bouter, lorsqu'elles se présentent à la dent qui doit les pousser ; d'où il résulte très-souvent des arrêts : il est à propos même de remarquer que c'est le défaut le plus ordinaire des engrenages. Ces deux

(a) C'est-à-dire, que les deux pointes des deux dents voisines vont toucher les deux faces opposées des deux ailes du pignon.

défauts ont encore un autre inconvénient , c'est qu'il est impossible que la roue mene le pignon uniformément ; avantage très-important dans un engrenage.

488. LES engrenages sont sujets à varier , sur - tout à devenir plus faibles par l'usure des trous dans lesquels roulent les pivots des roues & des pignons ; mais c'est à quoi l'on doit tâcher de remédier , par la disposition respective de ces roues , qui évite les frottemens le plus qu'il est possible , dont l'expérience seule peut apprendre la nature & les véritables loix. En ayant soin de graisser avec du savon noir les engrenages des roues dans les lanternes , on rend le mouvement plus doux , & on les fait durer davantage.

489. LES roues dentées n'étant autre chose que des leviers du premier genre multipliés , & qui agissent les uns par les autres , on leur applique la théorie des leviers composés , laquelle , par la même raison , peut aisément s'appliquer aux roues. En effet , par ce moyen on trouve le rapport qui doit être entre la puissance & le poids pour être en équilibre. La force de la roue dentée dépend du même principe que celle de la roue simple , qui est , par rapport à l'autre , ce qu'un levier simple est à un levier composé. Lorsqu'on veut élever un poids par le moyen de plusieurs roues dentées , on doit prendre les rayons des roues pour les bras des leviers qui sont du côté de la puissance , & les rayons qui sont du côté du poids ou de la résistance : alors dans l'état d'équilibre , la puissance est au poids , comme le produit des rayons des pignons est à celui des rayons des roues ; car on démontre que le rapport de la puissance au poids est comme le produit des rayons des pignons , au produit des rayons des roues. En effet , dans chaque roue & son pignon , la puissance est au poids comme le rayon de la première roue est au rayon du pignon. Ainsi chaque roue donnant ce produit , le rapport de la puissance au poids sera comme le produit des pignons au produit des rayons des roues , ainsi qu'il vient d'être établi : par - là on voit combien une machine de roues dentées , situées perpendiculairement les unes au-dessus des autres , peut augmenter l'effort d'une puissance.

490. PAR cette analyse très-superficielle , un maître ou un directeur des ouvrages peut aisément sentir l'utilité des différentes machines simples & composées , qui s'emploient lorsqu'il s'agit de vaincre les obstacles résultans , soit de l'air & des eaux ramassées dans le fond des mines , soit des grandes charges de charbon à enlever par les bures : cette partie de l'exploitation fournirait seule la matière d'un ouvrage intéressant. Le sixième livre du traité d'Agricola ne roule que sur cet objet. J'ai fait inutilement la recherche d'un traité fort ancien sur cette matière (a). Nous allons terminer ce second article

(a) *Strato Lampfacenus* (de Lampfac ou Lampfaco , ville de Mysie , dans l'Asie mineure) , de *machinis metallicis*.

par l'exposé raisonné des moyens empruntés de la mécanique pour ces trois opérations, en commençant par les machines relatives à l'air: nous viendrons ensuite à celles pour les eaux, puis enfin aux machines d'extraction.

491. Ces trois espèces de petits traités, exposés de suite, deviennent un ouvrage presque neuf par la forme que je leur ai donnée, par le choix des détails curieux & utiles que j'ai rapprochés de chaque machine à laquelle ils conviennent: ils méritent, ainsi que l'espèce d'introduction qui les précède, l'attention des ingénieurs de mines. En leur présentant ainsi une matière qui n'est pas de mon ressort, j'ai eu soin de consulter sur le tout les savans les plus distingués qui s'occupent de cette partie des mathématiques, indépendamment de l'attache donnée à mon ouvrage par MM. Leroy & Lavoisier, commissaires de l'académie pour cette seconde partie de la description de l'art d'exploiter les mines de charbon. M. l'abbé Boilut a bien voulu se donner la peine d'examiner ce fragment de mon ouvrage, comme MM. le Monnier, Bézout & Messier ont eu la complaisance de voir tout le premier article de cette quatrième section. Je n'ai pas hésité, pour la perfection d'un travail de cette conséquence, entrepris & exécuté dans le sein de l'académie, de mettre le public dans le cas de partager sa reconnaissance entre plusieurs savans de cette compagnie.

Généralités physiques sur l'air, appliquées aux vapeurs ou exhalaisons souterraines, & au choix des moyens propres à établir dans les mines un libre courant d'air.

Des vapeurs souterraines, ou de l'air des mines, & des phénomènes qui lui sont ordinaires.

492. LES mauvais effets de l'air retenu sans mouvement dans le fond des mines, ne sont pas ce qu'il y a de moins embarrassant dans les travaux minéralogiques. De toute ancienneté les ouvriers de mines, gens grossiers, & qui n'ont que l'instinct du métier, quelques philosophes même leurs contemporains, dépourvus des lumières de la physique, ont attribué les effets nuisibles & destructeurs de cet air souterrain, à de mauvais génies qu'ils ont cru fréquenter ou habiter les souterrains de mines. A la faveur de l'esprit visionnaire des ouvriers, ces spectres, aussi chimériques que le fantôme qui troubla Cassius à la bataille de Philippe, ont été vivifiés; ils ont ensuite été décrits & désignés par des dénominations particulières. Agricola, dans son livre *De animalibus subterraneis*, composé dès l'année 1550, fait de

Tome XVII. B b

ces *follets* malins, devant leur existence aux idées des mineurs, une mention expresse (a). Abstraction faite de tout ce qui doit être regardé dans l'énoncé du philosophe comme pure imagination des ouvriers, on y reconnaît bien distinctement la nature subtile & très-déliée des deux espèces de mofettes des mines, auxquelles se réduisent ces gnomes personnifiés par les mineurs Allemands. Lorsque, par exemple, il est dit qu'à Anneberg (b), *un de ces génies tua de son seul soufflé plus de douze ouvriers*, on n'aperçoit pas de différence entre ce *follet* & le *bad air*, *soul air*, *common damp* des Anglais, le *stink* des mineurs de Newcastle, le *crowin* ou *fouma* des Liégeois; ce mauvais brouillard nommé aussi dans Agricola *vergisite lusi*, *schwaden*, *gravis halitus*, ôte l'usage de la voix, produit une irritation incommode dans l'œsophage & dans les yeux, des bourdonnemens d'oreilles, des palpitations de cœur, & va quelquefois jusqu'à suffoquer. Cette vapeur immiscible à l'eau (c) éteint la lumière sans s'y enflammer; & ces différens effets variés ou modifiés selon différentes circonstances, sont aussi prompts que fâcheux: il en est fait mention dans cet auteur, liv. VI.

(a) Il n'est venu dans l'idée d'aucune personne raisonnable, de reprocher à cet auteur de n'avoir pas pensé sur cela différemment des ouvriers de mines. Tout le monde fait-combien il s'est passé de tems dans beaucoup de pays, avant que l'esprit de lumière & de philosophie ait dissipé des opinions non moins bizarres sur des objets de cette nature. On se souviendra toujours avec étonnement, que ce n'a été que vers la fin du siècle dernier, en 1672, qu'on s'est dépouillé en France de la crédulité aveugle sur l'existence des forciers; & il n'y a pas si long-tems qu'en Allemagne les vampires n'existent plus que dans l'idée d'une portion du peuple.

(b) Quelques-uns disent Saint-Annenberg, ou Saint-Annaberg, c'est-à-dire, mont Sainte-Anne; c'est une petite ville d'Allemagne en Misnie, dans la haute-Saxe, près de la Bohême, autrefois nommée *Schreckenberg*, qui signifie la montagne de l'épouvante, ou la montagne effrayante, près un bain d'eau chaude, appelé *Bain de Sophie*, ou *Bain du saint homme Job*. Anciennement les gens de mines avaient dans cette ville une chapelle, où le service

ne se fait plus depuis le changement de religion, arrivé dans cet endroit en 1527.

(c) M. Genneté assure à plusieurs reprises, pages 7, 10 & 144, que l'eau qui a séjourné dans les *bagnes*, s'allume en jaillissant à la lumière des lampes. Selon le même écrivain, ce mélange croupissant d'air, d'eau & de débris de houille pendant des 30 à 40 ans dans les vides laissés après l'extraction du charbon, est aussi inflammable que la poudre à canon, & à peu près autant que la matière du tonnerre. Ces allégations sont dénuées de tout fondement, & l'auteur se trouve en contradiction avec ce qu'il avance ailleurs. Il a oublié, page 123, ce qu'il dit de cet amas infect & destructeur; il y substitue une reproduction presque complète de houille dans le même espace de 30 ou 40 ans. Les visites des arcines, qui se font régulièrement à Liège depuis des siècles, seraient bien propres à vérifier ce phénomène, auquel M. Genneté prétend que les houilleurs sont habitués: jamais on n'a trouvé dans ces souterrains le moindre signe de cette reproduction.

493. Si l'on vient à comparer ce qui est rapporté au même endroit, d'un de ces géuies, qui à Schneberg (a), dans la mine d'argent appelée *Georgienne*, autrement dite *mine de George*, enleva avec impétuosité un ouvrier au haut des ouvrages : on trouvera que c'est le même météore fulminant, par lequel le jeune Dobby-lech fut si fort mal-traité dans les montagnes de Hasleberg, où il eut les bras & les jambes rompus, & tout le corps disloqué. L'explosion de ce mauvais brouillard est souvent accompagnée de feu ; & à cela près que ce feu ne fond pas le fer & l'acier, comme l'avance M. Genneté, art. II, page 7, le danger de cette vapeur & ses ravages sont considérables. Ce qui acheve de compléter la conformité entre ces géuies prétendus, & les deux météores aériens ordinaires dans les mines, c'est la matière épaisse dont le follet de la première se trouve enveloppé. Ce voile, de la nature de la pellicule qui se trouve quelquefois sur la surface de l'eau après la chute du brouillard, quand il est mêlé d'exhalaisons, est la seule chose aperçue clairement par les ouvriers exposés à être tués dans les mines par le *fuma*, ou à être emportés dehors par le *feu grioux* ; le guome, dérobé à leurs yeux par ce nuage, n'est qu'une explication à leur manière, des effets violens qu'ils en éprouvent. Une des propriétés les plus singulières de la vapeur fulminante, c'est celle de pouvoir être ramassée & enfermée comme toute espèce de fluide, & transportée où l'on veut, sans rien perdre de sa disposition à l'inflammabilité. Dans le grand nombre de pays dont le sol renferme des mines ou carrières de charbon de terre, il n'en est pas où les savans se soient autant occupés que ceux de l'Angleterre à examiner les phénomènes de ces exhalaisons souterraines. Le *Journal étranger*, du mois d'avril 1758, contient une observation très-curieuse sur les différens périodes de l'accroissement du *glop damp*, ou de la *vapeur formée en globe*, qui est en même tems *fulminante*. Quoiqu'elle n'appartienne pas aux mines de charbon, elle nous a paru mériter d'être insérée ici : en voici la teneur.

494. LE surintendant d'une mine d'étain en Cornouaille, aperçut au niveau du fond de la mine, dans un coin qui était épuisé, un petit globule de vapeur blanche : elle était du volume d'une noix, & s'agitait sur la surface ; on jugea que c'était le commencement d'une exhalaison. Peu de jours après on vit un autre globule. Le surintendant, curieux de suivre le progrès de la nature dans la formation de ce météore, descendait tous les jours dans la mine : il vit le corps nébuleux toujours flottant & toujours augmentant de volume. Le quatrième jour il était de la grosseur d'une balle de paume ; le quinzième il avait acquis celle de la tête d'un homme, toujours d'une

(a) Lettre de Martin Lister, *Transact. philos.* ann. 1675, art. VI, n°. 117.

forme globuleuse; sa couleur était plus blanche qu'au commencement. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ce corps, à mesure qu'il grossissait, au lieu de plonger en-bas, s'élevait davantage en-haut: au reste, comme il était dans un coin, par conséquent hors du chemin où passaient les ouvriers, & qu'il n'incommodait personne, on le laissa quelque tems. Cependant l'entrepreneur, effrayé du progrès qu'il faisait, se mit en devoir de le dissiper en prenant les précautions convenables, & faisant retirer les ouvriers. Ayant attaché une lumière à une corde dont la communication avait vingt-huit verges de long, il y porta le feu; l'explosion qui en résulta, fut aussi considérable que celle de plusieurs canons faisant feu ensemble; le bruit, au haut du passage de la mine, où s'était retiré l'entrepreneur, parut plus considérable que ne le serait une décharge de mille canons à la fois; l'air s'enflamma jusqu'à l'endroit même où étaient les ouvriers: il sortit, dans le moment de l'explosion, hors de la mine une colonne de feu couleur de salpêtre, qui s'éleva à la hauteur de quarante pieds. L'expérience eut pour la mine le plus heureux succès: elle fut délivrée de ce météore périlleux; mais le volume de l'incendie extérieur n'avait pu être prévu par le surintendant: il se trouva malheureusement dans le voisinage une chaumière sur laquelle le feu tomba; elle fut écrasée, le propriétaire tué, & toute la famille estropiée.

495. On connaît plusieurs mines, dans lesquelles le feu griex se conserve depuis long-tems; nous en avons cité quelques-unes. Dans la mine de Mulheim (a) sur Roer, près de Doesbourg, l'odeur de la fumée qui accompagne ce feu, ressemble à celle de la poudre à canon enflammée.

496. Nous ne nous arrêtons pas ici au moyen d'éteindre & d'arrêter le feu lorsqu'il s'empare des ouvrages; on prétend qu'on a été quelquefois obligé alors de faire traverser un grand courant d'eau dans la houillière. Cet expédient est infailible; mais pour l'employer, il faut ignorer les dommages, les difficultés, l'impossibilité même, & l'inutilité de *xhorrer* & d'*assenier* une mine submergée. L'expérience apprend que les souterrains en deviennent à jamais impraticables; & ce serait-en général peine perdue de reprendre l'exploitation d'une mine qui aurait été secourue de cette manière. Ce moyen, indifféremment projeté il y a plus de quinze ans, pour la mine de charbon de Saint-Genis-Terre-noire, a été aussi légèrement adopté & pratiqué par un ingénieur mandé sur les lieux à cette occasion (b); & c'est avec raison que M. Genneté, page 13 de son ouvrage, a relevé ce fait, qui a eu trop de publicité pour que je néglige d'en faire mention ici en passant. Si l'on veut uniquement, & cela est naturel, en appeler sur cela à l'expé-

(a) Mulheim, proche du Rhin, à une lieue au-dessous de Cologne.

(b) Gazetie de France du 27 décembre 1773.

ricence des endroits où, depuis des siècles, il s'exploite une grande quantité de mines, le pays de Liege est celui où il faut aller chercher des leçons & des exemples. Il n'est pas rare que le feu prenne dans les houillères, malgré la distribution intelligente donnée aux routes souterraines, malgré la position avantageuse des burtays, & fasse périr quelquefois des ouvriers; mais en fermant l'entrée du bure, le feu s'éteint souvent en peu de tems, & s'éteint sans faire de ravages, sans même avoir brûlé aucune partie des bois des ouvrages. On ne cite à Liege l'exemple que d'un seul endroit où le feu de la mine ait brûlé, & se soit fait jour à la sortie du bure : on le voit dans une petite montagne à côté & dépendante d'un terrain faisant partie du jardin du prélat du Val-Saint-Lambert, sur lequel est établi un belvédère. La terre & les rochers superficiels de ce monticule sont fendus de léfardes que la tradition veut être provenues d'un feu souterrain.

497. A chaque pays où nous avons parlé de l'air & des différentes vapeurs de mines, nous avons rapporté la plus grande partie de ce que les houilleurs avancent sur cet objet. Nous avons fait remarquer, art. II de la première partie, que quelques-uns de ces dires paraissent être en opposition les uns aux autres; c'est une raison de plus pour ne pas leur refuser de l'attention. Ces dires ne peuvent être fondés que sur des faits auxquels il ne manque qu'un éclaircissement; c'est l'affaire des physiciens à portée d'observer les choses par eux-mêmes, & de les constater : eux seuls sont susceptibles de cette attention nécessaire qui ne peut être que l'effet du goût, & une suite du plaisir que l'on prend à approfondir un fait. Nous allons donc rassembler ici quelques-uns de ces différentes remarques : elles formeront des espèces de matériaux intéressans pour chercher l'enchaînement qui lie ces faits les uns aux autres, & aux circonstances qui y apportent des variétés.

498. Les principaux points d'observation à faire sur le courant naturel de l'air dans les mines, peuvent être réduits aux suivans, fixés par différens auteurs. Agricola, dans son cinquième livre, page 82, remarque que l'air extérieur se répand de lui-même dans les ouvertures faites en terre; & lorsqu'il peut y pénétrer, il s'en retourne de nouveau en-dehors? (a) mais ce courant paraît dépendre de plusieurs circonstances, & entr'autres des différentes températures de l'air, qui distinguent les quatre saisons de l'année. Dans la saison du printemps & dans celle d'été, il vient se rendre dans le puits le plus profond, & de là traverse le souterrain, & sort par le puits le moins profond. Dans ces mêmes saisons, l'air s'engage dans la galerie la plus profonde, & se répand par le puits d'entre-deux dans la galerie la plus profonde, & en ressort; dans l'automne au contraire, & dans l'hiver, il entre

(a) On a observé dans quelques mines, que cet air sortant par la bouche du puits est aussi froid que quand il gèle.

par le puits & par la galerie la moins élevée, & fort par le plus profond : d'où vient que, selon les tems ou les saisons, on ferme l'un ou l'autre bure, lorsqu'ils se renvoient l'air l'un à l'autre ; ce qui s'appelle au pays de Liege, *schet*. Dans les pays tempérés, ce changement de courant d'air se fait au commencement du printems & à la fin de l'automne ; & dans les pays froids, à la fin du printems & au commencement de l'automne : mais dans l'une ou l'autre de ces saisons, il se passe toujours une quinzaine de jours en variations & en instabilité dans cette marche avant qu'elle soit fixe ; l'air passe tantôt dans le puits ou dans la galerie la plus profonde, tantôt dans le puits ou la galerie qui l'est moins (a). Tant que l'air est sec, ces vapeurs ne montent pas : au contraire, elles restent dans la partie la plus basse du puits, qui en paraît rempli dans une moindre ou dans une plus grande étendue. Quand le tems devient pluvieux, le mouvement & la quantité de ces vapeurs augmentent ; & non-seulement on les voit monter jusqu'au bord du puits, mais encore elles en sortent & s'élèvent au-dessus sous une forme nébuleuse : d'où il s'ensuit que cette vapeur est, selon les variations de l'air, spécifiquement plus pesante ou plus légère. Cette différence de température de l'air souterrain avec l'air extérieur, suivant les saisons, est une des circonstances importantes à remarquer. Il paraît aussi qu'il y a quelque rapport entre les vapeurs de mines & les eaux qui s'y rencontrent toujours. Ces exhalaisons sont plus communes & plus fortes dans les mines, toutes les fois qu'il y a assez d'eau pour couvrir le fond des *pahages*.

499. D'APRÈS les remarques du (b) nommé Jean-Gille, expert dans le travail des mines, toutes les fois que les mineurs trouvent de l'eau à une certaine profondeur sous terre, ils ne manquent jamais d'air ou de vent ; mais s'ils manquent d'eau, ce qui leur arrive quelquefois à 10 ou 12 brasses de profondeur, ils sont privés de l'air nécessaire pour leur respiration ou pour leurs chandelles : c'est du moins l'observation des ouvriers des mines de Cornouaille. Lorsqu'ils trouvent dans une mine profonde beaucoup d'eau froide & stagnante, ils ont coutume de s'en débarrasser par un conduit qu'ils pratiquent ; & aussi-tôt que cette eau commence à couler, ils sont en grand danger d'être mis en pièces contre les bords de ce conduit ; l'air qui était renfermé dans cette eau dormante, fort avec le même bruit que ferait un coup de canon, & avec tant de violence, qu'il emporte tout, & qu'il ébranle les rochers bien avant dans le canal qui lui sert de conduit.

500. CETTE observation doit être rapprochée de celle de M. Triewald,

(a) Feu M. Jars a fait la même remarque dans la mine de cuivre de Cheffy en Lyonnais : il rapporte que le courant d'air qui s'établit en été dans les galeries, a une di-

rection absolument opposée à celle du courant qui a lieu dans l'hiver.

(b) Communiquées à M. Colpresse, *Transact. philos.* ann. 1667, n. 26.

avec laquelle elle se rapporte singulièrement. Il a remarqué 1°. que ce mauvais air se trouve principalement dans les mines situées de façon que l'eau qui avait d'abord eu son cours dans les fentes, en avait été entièrement déchargée par un aqueduc, & avait été remplacée ensuite par l'air, qui avait perdu, ainsi que celui mêlé dans les sources, toute communication avec l'air libre & le mouvement. Il prétend 2°. avoir remarqué que dans les anciennes mines abandonnées, & où les eaux des ouvrages les plus profonds ont remonté jusqu'à la surface du jour, où par conséquent elles ont retenu l'air dans les vuides résultans de l'extraction du charbon, cet air, quand on vient à reprendre les travaux au pied de la veine, se trouve tellement chargé de vapeurs acides & sulfureuses, que venant à s'ouvrir le puits & à en épuiser l'eau par les machines à feu & à air, cette vapeur causa subitement la mort à un ouvrier, & aurait produit d'autres accidens, sans l'expédient qu'il employa depuis, des *fourneaux à feu*.

501. Nous terminons ce résumé par faire remarquer : 1°. que l'air des mines ne communique avec le reste de l'atmosphère, que par une ouverture très-étroite. 2°. Que l'air contenu dans ces souterrains est chargé plus ou moins d'humidité, de vapeurs ; qu'en conséquence il est plus pesant que l'air de l'atmosphère ; qu'il tend donc, comme on le voit communément, à occuper la partie basse, & à stagner nécessairement dans l'intérieur de la mine. Le contraire qui s'observe dans quelques mines où cette exhalaison gagne le ciel des galeries sous la forme de globe, paraît tenir à l'étendue des souterrains en largeur & en hauteur. 3°. Que la distribution même des galeries peut entretenir de plus en plus l'air dans cet état de stagnation. 4°. Enfin, que dans une mine qui n'est pas suffisamment aérée par les puits d'airage ou d'extraction, le mauvais air s'y trouve quand certains vents soufflent à l'extérieur ; que cela ne provient pas néanmoins du vent, mais de la situation de la mine & de la situation du puits à l'égard du jour, des collines & des vallons, & principalement du défaut des moyens propres à produire un renouvellement d'air : aussi les ouvriers, dans ces endroits, avant de descendre dans le puits, ont soin d'examiner d'où vient le vent.

502. UNE sorte de routine a long-tems suppléé aux lumières de la physique, pour vaincre ou pour diminuer les obstacles qu'apporte au succès des travaux de mines, l'air qui y séjourne. Agricola, dans lequel on trouve presque tout ce qu'il y a à dire sur la pratique de l'exploitation, décrit des machines qui remplissaient leur objet ; j'en ferai connaître quelques-unes. La science des causes naturelles & de leurs effets, perfectionnée depuis par le secours de l'observation & des expériences, a réduit en véritables principes, les moyens de travailler les mines avec le moins de danger possible de la part de l'air & de la part des eaux. Le succès, à cet égard, ne per-

met pas de douter que la physique de l'air tient à la science d'exploiter : les notions auxquelles nous sommes obligés de nous retrindre ici sur cet objet, ne peuvent être que les plus générales ; mais elles seront assez précises pour laisser entrevoir à un directeur de mines, qu'il peut en déduire des vues propres à se conduire convenablement pour le changement d'air ; à juger selon les cas quel doit être le meilleur moyen, & à imaginer selon les circonstances, selon le local, des expédiens particuliers qui, en corrigeant les effets dangereux ou incommodes de l'air, abregent les travaux de l'exploitation, en diminuent les dépenses, facilitent la poursuite des ouvrages, &c. C'est aussi ce qui a servi de base générale aux différentes théories proposées par M. Triewald, & depuis lui, par feu M. Jars, de l'académie des sciences de Paris. Nous donnerons place aux ouvrages de ces deux savans, dans l'exposé qui va suivre, de tous les moyens employés pour l'airage des mines.

Des propriétés & des qualités de l'air en général.

503. L'AIR est une matiere fluide qui, à sa subtilité près, peut être comparée à l'eau : elle en a la pesanteur, pénètre de meme dans les ouvertures les plus profondes de la terre, & est sujette aux mêmes regles de l'hydrostatique (a). Sa fluidité, sa gravité & son élasticité font ce qu'on appelle ses propriétés, parce qu'elles lui sont propres ; c'est-à-dire, qu'elles résident constamment & essentiellement dans toute une masse d'air, & dans chacune de ses parties, de maniere qu'elles constituent la nature de l'air. Ces propriétés de l'air doivent, comme on le voit, être distinguées de ce qu'on appelle ses qualités ; j'entends par cette expression la chaleur, la froidure, la sécheresse, l'humidité, qui peuvent bien être combinées accidentellement & passagèrement avec les propriétés de l'air, mais qui, prises dans le sens vulgaire, ne sont point constamment inhérentes au tout ni aux parties de l'air.

504. EN commençant par les propriétés de l'air, celles qu'on doit y considérer, sont sa gravité & son expansibilité : elles sont égales en force, & servent dans l'hydraulique à expliquer beaucoup de faits. Son exacte gravité spécifique (b) ne saurait être déterminée : elle varie à raison des parties pesantes dont il sera plus ou moins chargé dans un tems ou dans un endroit que dans d'autres, ou selon qu'à l'occasion de courans d'air, de vents, il s'amassera plus dans un lieu que dans un autre. L'air a cette propriété

(a) Partie de la mécanique qui s'occupe des recherches nécessaires pour déterminer les conditions de l'équilibre entre les fluides.

(b) La pesanteur spécifique d'une matiere quelconque, est la pesanteur absolue d'un volume connu de cette matiere.

commune à tous les fluides , que son poids ou sa pression agit comme celui de l'eau , en ligne perpendiculaire , en raison de la hauteur de la colonne (a). De là il arrive qu'en portant dans une mine un barometre de mercure , ce fluide s'y élève à mesure qu'on descend : ce qui prouve que plus la colonne d'air qui pèse sur le mercure est haute , plus elle pèse , & plus elle presse le mercure. Ce fait a été vérifié , comme l'a remarqué M. Tricwald (b) , par plusieurs expériences des savans du premier ordre , tels que Rohaut , Mariotte , Cassini , de la Hire , Cassini le jeune , Picard , Scheuchzer & autres , qui ont marqué les hauteurs du barometre à la base & sur le sommet des montagnes , des tours , &c. Il résulte de même de semblables expériences faites dans les mines en pays étrangers , par les professeurs Cellius & Vallerius , des différences sensibles & très-remarquables dans la pesanteur de l'air qui a pénétré en terre , que cette pesanteur est à raison des différentes profondeurs. Dans une plus grande profondeur , par exemple , on observe qu'il est plus pesant que dans une moindre , & que plus il est profond , plus il est condensé (c) , & plus , par conséquent , il a de ressort : il s'ensuit que , s'il vient à être renforcé par la chaleur souterraine , il est capable d'effets prodigieux. Ces expériences prouvent encore que dans le froid , l'air se condense , se resserre & augmente de poids ; que dans la chaleur il se raréfie , c'est-à-dire , qu'il s'étend , se dilate , & augmente de volume , de manière que l'augmentation du ressort de l'air suit la condensation & la diminution de son volume.

505. L'ESPECE particulière d'élasticité ou d'expansibilité , & la propriété compressible de l'air , sont encore plus marquées que sa pesanteur ; c'est-à-dire , que les parties dont il est composé , sont capables d'occuper un espace plus petit lorsqu'on les comprime , & de se dilater ou reprendre leur premier état , quand la cause qui les réduisait à un petit volume , cesse ; de manière que ces deux termes opposés , l'expansibilité qui n'est autre chose qu'une tendance à occuper un espace plus grand , & la compressibilité qui s'ensuit , n'expriment que deux effets nécessaires d'une propriété unique , l'expansibilité , ou la force répulsive. Il se comprime en des espaces proportionnels

(a) Le poids d'une colonne d'air , les diamètres étant supposés les mêmes , est égal à une colonne de mercure de 27 pouces & demi à 30 pouces & demi.

(b) Description de tous les moyens de procurer un bon & suffisant changement d'air dans les mines de charbon de terre. Art. VII. Mémoires de l'acad. de Stockholm , ann. 1740 , tome I , page 444.

Tome XVII.

(c) Condensation signifie réduction à un moindre espace. Par ce mot on entend en physique le rétrécissement que cause le froid à un corps , en lui faisant occuper un espace plus étroit. Ce terme est sur-tout fort en usage dans l'aromètre , par rapport à l'air que l'on condense très-aisément.

C c

au poids dont il est chargé, & s'étend de nouveau à proportion que la force compressive est ôtée. Plus cette compression est grande, plus grande est sa densité (*a*) ; ses parties ont le pouvoir de se repousser & de s'écarter les unes des autres, suite de leur élasticité (*b*). L'air ne perd jamais de lui-même son élasticité, quoiqu'il ne l'exerce que lorsqu'il est réduit en masse. Quant à la compressibilité, il faut aussi qu'elle ait certaines bornes, ainsi que la rareté & la densité : elle ne saurait aller au-delà de la quantité d'eau & autres substances incompressibles renfermées dans l'air. Il y a quelque chose de très-difficile à entendre dans la gravité & dans l'élasticité de l'air ; car il ne pèse rien lui-même. Sa densité augmente en raison directe de sa compression, & par conséquent à mesure qu'on approchera de la surface de la terre, à cause de la plus grande hauteur de sa colonne. L'air s'étendra au contraire, & deviendra plus rare en vertu de son élasticité, à proportion qu'on montera plus haut. Les parties supérieures de l'air sont toujours beaucoup plus *rarefiées* que les parties inférieures. L'air est donc différent, c'est-à-dire, affecté différemment, selon qu'il est plus ou moins élastique, selon qu'il est chargé de parties plus ou moins subtiles, comme de vapeurs animales, végétales, sulfureuses, qui le changent & le dénaturent, ou selon qu'il est plus ou moins chaud, froid, sec, humide : c'est ce que je nomme *qualités* de l'air, lesquelles peuvent être passagères ou locales & variables.

506. PARMI les mélanges qui détruisent une partie de son ressort, les vapeurs animales, telles que les exhalaisons du corps humain, des chandelles, vapeurs sulfureuses, tiennent le premier rang : l'air, échauffé par ces exhalaisons, n'est plus propre aux fonctions animales ; les exhalaisons des

(*a*) La masse & le nombre des parties matérielles d'un corps dépend de son volume, & de ce qu'on appelle sa *densité*. Comme les corps sont pénétrés d'un très-grand nombre de vuides qu'on appelle *poros*, leur quantité de matière n'est pas proportionnelle à leur volume ; mais sous le même volume il y a d'autant plus de matière, que les parties sont plus serrées ; & c'est cette plus ou moins grande proximité des parties qu'on nomme *densité* : en sorte qu'on dit, *un tel corps est plus dense qu'un tel autre corps* auquel on le compare, lorsqu'à volume égal il renferme plus de matière que ce dernier : on dit au contraire *qu'il est moins dense ou plus rare*, lorsqu'à volume égal il renferme moins de ma-

tière ; ceux des corps qui ont la même densité dans toutes leurs parties, sont appelés *homogènes* ; & ils sont dits *hétérogènes*, si leurs parties ont différentes densités.

(*b*) Il ne faut point, rigoureusement parlant, confondre la *compression* avec la *condensation*, quoique dans l'usage ces mots se confondent assez souvent. *Compression* est proprement l'action d'une force qui presse un corps, soit qu'elle le réduise en un moindre volume ou non ; *condensation* est l'état d'un corps qui, par l'action de quelque force, est réduit à un moindre volume. Ainsi ces deux mots expriment, l'un la force, l'autre l'effet qu'elle produit, ou qu'elle tend à produire.

parties affluentes de tous les corps, & qui demeurent suspendues en l'air, en augmentent la pesanteur : l'air humide, c'est-à-dire, surchargé de vapeurs, affaiblit l'élasticité de l'air.

507. M. Triewald croit être autorisé, par ce qu'il a observé, à penser que les vapeurs humides font contracter à l'air des mines une qualité aussi nuisible que les vapeurs acides & sulfureuses. Il infère de la première observation, que l'air s'altère comme l'eau qui a croupi & s'est chargée de vapeurs nuisibles, attendu que ce mauvais air se trouve rarement dans les mines, dont les eaux s'épuisent par le moyen des réservoirs, dans lesquels on ne les laisse pas long-tems séjourner, & d'où on les tire par des machines.

508. Le froid & le chaud dilatent ou compriment l'air, & en changent par conséquent la pesanteur. Le froid augmente l'élasticité de l'air en augmentant sa densité, à laquelle la force élastique est proportionnelle. Dans les gelées, tous les ingrédients de l'air diffèrent considérablement ; voilà pourquoi le brouillard est plus fréquent en hiver que dans aucun autre tems, parce que le froid de l'atmosphère condense très-promptement les vapeurs & les exhalaisons. La chaleur augmente aussi le ressort de l'air, mais seulement lorsqu'elle ne peut augmenter son volume, ou l'augmenter suffisamment. L'air d'été diffère encore considérablement de celui d'hiver, à raison des exhalaisons végétales qui s'y mêlent. La vapeur observée dans les mines d'une province d'Angleterre (a), & qu'ils appellent *fleur de pois*, n'a lieu que dans l'été.

Des instrumens propres à déterminer les différens changemens qui arrivent à l'air, considéré comme corps à ressort, ou comme pesant, & ses degrés de température.

509. L'AVANTAGE du barometre pour juger, par la hauteur à laquelle le mercure reste suspendu dans le tube, la pression que l'air exerce sur la surface des corps, est aussi démontré que l'utilité du thermometre pour connaître ou plutôt pour mesurer les degrés de chaleur & de froid dans les mines, en certains tems, certains lieux.

510. *Des barometres.* Les barometres inventés pour le premier objet, sont ou simples, c'est-à-dire, chargés uniquement du mercure ; ou bien ils sont doubles, c'est-à-dire que, outre le mercure, on y emploie encore une seconde liqueur, qui est ordinairement de l'huile de tartre, à laquelle on a donné une teinture. Les barometres simples ont cet inconvénient, que leur hauteur moyenne étant le plus ordinairement de 27 pouces 6 lignes, l'étén-

(a) En Cerkshire.

due de leur mouvement est fort médiocre : les différences qu'ils donnent sont en conséquence bien moins sensibles que celles des baromètres doubles. Il n'y a autre chose à faire, pour éviter l'erreur lorsqu'on les emploie, que de donner une table de correction, qui montre les quantités proportionnelles dont la chaleur fait allonger la colonne de mercure de l'hiver à l'été, & retrancher en conséquence des hauteurs indiquées par le baromètre.

§ 11. EN voulant mesurer avec cet instrument la pesanteur de l'atmosphère, ses variations, la profondeur des souterrains, un directeur de mines doit être instruit de quelques circonstances essentielles. Il doit sur-tout faire attention à la différence qui doit résulter dans le mouvement du mercure dans cet instrument, selon les différens diamètres des tubes, & selon les méthodes différentes qui ont été observées pour les charger : ces trois circonstances influent singulièrement sur l'exactitude de l'instrument, comme l'a démontré M. le cardinal de Luynes, dans un mémoire sur ce sujet (a), dont nous invitons à prendre connaissance, si l'on peut en avoir la facilité. (b) Il est encore à observer que le baromètre indique uniquement le poids de la colonne de cet air grossier, qui ne saurait passer à travers les pores du tube & du mercure, & nullement le poids absolu de toute la colonne d'air en général, ou de tel autre fluide qui ne fait pas moins partie de l'atmosphère terrestre, que cet air grossier. A l'égard de la hauteur à laquelle monte le mercure, il est de fait qu'il ne se soutient pas constamment à la même hauteur dans un même lieu; cela varie selon que la compression occasionnée ou par le poids, ou par le ressort de l'air, augmente ou diminue : ainsi le ressort de l'air pouvant augmenter ou diminuer par la chaleur ou par le froid, on ne doit pas attribuer les variations du mercure dans le baromètre, uniquement aux changemens du poids de l'air. (c)

§ 12. ENFIN les variations du baromètre ne sont sensibles qu'à des changemens de hauteur de quelques toises. M. de la Hire pere a trouvé, par des expériences répétées en différens tems à l'observatoire, qu'une ligne de mercure répondait à 12 toises 2 pieds & 2 tiers. M. Bézout évalue en

(a) Observations sur le mouvement du mercure dans les baromètres, &c. Mémoires de l'académie des sciences, ann. 1768, page 247.

(b) M. Cassini le fils, en 1705, a aussi donné une table très-intéressante de la hauteur de l'air, qui répond à la hauteur du mercure dans le baromètre. Voyez le volume des Mémoires de l'académie de cette année, page 61.

(c) Il suit des expériences rapportées par M. Amontons, dans son mémoire, 1°. que le poids du mercure est à celui de l'esprit de vin en masse égale environ comme 16 un quart à 2, quand on n'éprouve ni un grand froid ni un grand chaud; 2°. qu'en France, dans les grands froids, le poids du mercure est à celui de l'esprit de vin comme 16 à 1.

gros 12 toises de différence de hauteur, à une ligne de différence dans le baromètre. Il est particulièrement essentiel de se rappeler que les expériences barométriques font voir que les mêmes différences de hauteur du mercure répondent à une même hauteur perpendiculaire, soit que ce soit sur une montagne, ou que ce soit en terre, & même dans des mines assez profondes, où l'on aurait pu soupçonner que les vapeurs qui y sont en grande quantité, auraient rendu une partie de l'atmosphère plus pesante qu'une partie qui lui aurait été égale hors de terre.

§ 13. DEPUIS quelques années on a imaginé des baromètres portatifs, dans lesquels on rend la colonne de mercure immobile, quand on veut transporter l'instrument, & qui peuvent soutenir toutes sortes de situations sans se déranger. Nous indiquons ici les plus connus. (a)

§ 14. *Des thermomètres.* POUR ce qui est des thermomètres, ceux dont on est dans le cas de se servir, se trouvant souvent construits selon différentes méthodes, qu'il faut alors réduire en degrés des autres thermomètres dont on veut connaître les observations comparées, nous donnerons ici la table suivante, qui est fort utile : on y trouvera d'un coup-d'œil tous ces différens rapports. L'auteur dont nous l'empruntons (b), a choisi la proportion des degrés de tous les thermomètres connus, avec celui de feu M. de Réaumur, qui est le plus adopté en France. Cette table indique aussi le degré de chacun de ces thermomètres, qui répond au terme de la congélation, fixé par cet académicien.

(a) Celui de l'invention de M. Briffon, de l'académie des sciences. Voyez le volume des Mémoires, pour l'année 1755, histoire, page 140. Celui perfectionné par M. Boissiflandeau, correspondant de l'académie des sciences. Voyez le volume des Mémoires, année 1758, histoire, page 105. Celui du sieur André Bourbon ; il a soutenu la comparaison qu'on en a faite à un baromètre

portatif anglais, de la construction de Siffon, & il y a toute apparence que la mécanique en est la même. Voyez le volume des Mémoires de l'acad. royale des sciences, année 1771.

(b) *Traité de météorologie*, par le P. Cotte, prêtre de l'oratoire, curé de Montmorency, correspondant de l'acad. royale des sciences, 1770.

Table comparée des degrés des thermomètres les plus connus, avec le thermomètre de M. de Réaumur.

Noms des thermomètres.	Rapport avec celui de M. de Réaumur.		Terme de la congelation.
	DEGRÉS.	R.	DEGRÉS.
Delisle.	1 :	1	150
Fahrenheit.	2 $\frac{1}{4}$:	1	32
Hauksbée.	5 :	2	77
Celsius & Christin.	0 $\frac{1}{2}$:	4	0
Barusdorf ou Lange.	20 :	1	7
Michely de Creil.	9 :	21	9 $\frac{1}{4}$
Frike.	1 $\frac{1}{2}$:	4	33
De la Hire ou Florence.	1 :	1	30
Amontons.	1 $\frac{1}{2}$:	4	51 $\frac{1}{2}$
Poleni.	1 :	10	47 $\frac{1}{2}$
Crucquius.	12 :	2	1070
Newton.	2 :	5	0
Fowler.	16 :	5	34
Hales.	13 :	8	0
Edimbourg.	35 :	8	8 $\frac{1}{3}$
Jean Patrice.	7 :	10	82

Observations barométriques & thermométriques faites dans plusieurs mines métalliques, & dans quelques carrières de charbon de terre.

§ 15. POUR parvenir aux différentes recherches que l'on se propose, avec le secours soit des baromètres, soit des thermomètres, il ne suffit pas de se précautionner ni de s'être servi de tout ce qu'il y a de mieux en fait de ces instrumens : ces expériences doivent être regardées comme dépendantes de plusieurs circonstances relatives à la mine dans laquelle on y procède ; il est nécessaire par conséquent, si l'on veut apprécier les hauteurs que marquera le baromètre, & les températures annoncées par le thermomètre, de faire entrer en considération les qualités locales de l'air, qui sont plus permanentes dans les calmes que dans les vents, le nombre, la forme, les dimensions des ouvertures sur la mine, leur position à l'égard de tout ce qui les environne, leur ouverture sur le penchant ou sur le haut d'une colline, le nombre, la hauteur, la largeur, la profondeur des galeries auxquelles ils communiquent. Le mouvement de l'air doit recevoir une altération par les col-

lines, maisons ou autres obstacles qui se trouvent à la proximité du puits : il faut encore faire attention que les brouillards, qui sont suite des calmes, & qui se dissipent lorsque le vent vient à souffler, sont retenus long-tems dans les mines, & encore plus dans les vallées que sur la cime des montagnes. C'est ainsi qu'à la mine de Windschacht, près Schemnitz, dont le territoire est coupé de plusieurs montagnes très-élevées, il fait très-froid dans quelques endroits, tandis que dans d'autres le chaud est si considérable, que les ouvriers ne peuvent s'y tenir habillés ; c'est toujours à l'endroit où l'on travaille, que cela s'observe.

§ 16. Les expériences faites en France & en pays étrangers dans les mines avec ces instrumens, laissent, pour la plupart, à désirer la connaissance de ces circonstances, qui certainement influent sur les résultats. Ces expériences sont conséquemment incomplètes, à mon avis. Je n'ai cependant pas cru inutile de les insérer ici, en suppléant, autant que je le pourrai, à ce qui leur manque relativement à ce que je viens de faire remarquer, c'est-à-dire, en y ajoutant quelques-unes de ces circonstances qu'il me sera possible d'en rapprocher. Je m'étais proposé de joindre à cette sorte d'observations, celles que j'ai faites moi-même le 14 mai 1772, dans la mine de Fims en Bourbonnais, où mes thermomètres n'avaient pas encore été sujets aux accidens de voyage, comme lorsque j'arrivai en Auvergne, où ils furent hors d'état de me servir. Ces observations ne se retrouvant pas pour l'instant sous ma main, je suis forcé de les renvoyer à la table des matières, dans les cas où je les recouvrerai. (a)

Observation thermométrique, faite dans la mine de charbon de terre d'Ardingham, le 15 juillet 1741, avec le thermomètre de Micheli. (b)

§ 17. CETTE mine a 447 pieds de profondeur. On avait placé dans cette mine deux thermomètres à grand point (c), c'est-à-dire, de ceux où les quarts de degré sont marqués fort distinctement. On n'y travailla point le lende-

(a) Je trouve seulement sur le plumitif du journal de mon voyage, qu'au moment de descendre dans la mine, le thermomètre d'esprit de vin était à 15 degrés & demi, & qu'au bas du puits il était presque à 11 & demi, & au sortir de la mine à 10 & demi. Celui de mercure qui, avant d'entrer dans le puits, était à 13 deg. & demi, était au bas du puits à 11, & au sortir de la mine au-dessus de 18. Ces thermomètres étaient construits par Bourbon, sur les principes de M. de Réaumur.

(b) Il est à peu près construit sur les principes qui ont servi de fondement à ceux de M.M. Delisle & de Réaumur. Les points fixes d'où il part, sont ceux de l'eau bouillante, & de la température des caves de l'observatoire de Paris. Le rapport de ce thermomètre à celui de M. Delisle, est comme 2 est à 3 ; à celui de M. de Réaumur, comme 20 à 21 ; à celui de M. Fahrenheit, comme 5 à 8.

(c) Ainsi nommés, parce que les quarts de degré y sont marqués. L'auteur donne l'ex-

main 16. Le surlendemain 17, au matin, le maître de la mine y étant descendu, trouva tous les deux thermomètres précisément au point de la température des caves de l'observatoire. Cette expérience, qui a été faite avec soin & intelligence, paraît renverser l'hypothèse du fen central, & confirmer l'autre. On avait placé ces thermomètres dans la même mine le 14 juillet, & on les avait trouvés le lendemain 15, à un demi-degré au-dessus de cette température; mais cette différence provenait sans doute d'un reste de chaleur du jour précédent, procuré dans la mine par les ouvriers & par les lumières, & qui eut le tems de se dissiper dans l'intervalle du 15 au 17, que se fit l'observation dont on vient de parler.

Observations barométriques (a) faites dans la mine de Sahlberg en Suede, dans la Westmanic (b), par le professeur André Cellsius. (c)

518. A l'ouverture du puits, son barometre était à 30 $\frac{18}{100}$ pouces de Suede (d). En arrivant au bas de la mine avec le même barometre, à la profondeur de 636 pieds, il trouva que le mercure avait monté à 30 $\frac{18}{100}$ pouces. Lorsqu'il revint à l'ouverture du puits, il trouva que le mercure était redescendu au même degré qu'auparavant; savoir, 30 $\frac{18}{100}$. Le jour suivant, le mercure était, au bas de l'église de Sahlberg, à 30 $\frac{18}{100}$ pouces; & au haut de la tour, qui a une élévation de 145 pieds, il était à 30 $\frac{23}{100}$ pouces.

Observation barométrique faite à la sollicitation de M. de la Hire le fils, en 1711 (e), par M. Vallorius, directeur des mines de Fahlun, nommées aussi Copperberg, en Dalécarlie (f), dans les puits de Flemengienius, ou Flemingschatet, extraite d'une lettre écrite d'Upsal.

519. LES expériences furent commencées à l'entrée de la mine : c'était

cluston au mercure pour remplir ses thermomètres. La description de ce thermometre universel a été publiée à Paris en 1741, 16 p. in-12, dont cette observation fait partie.

(a) Extraites du mémoire de M. Triewald, art. VII, tome I, page 444.

(b) Cette mine est une mine d'argent, appelée *Nygrfswar*, qui a 140 brasses de profondeur, sur autant de largeur, du sud-est au nord-ouest. Le premier étage où l'on descend, a 90 brasses de profondeur, le second vingt de plus, & le troisième trente-cinq autres de plus.

(c) L'échelle de M. Cellsius & celle de M. de Réaumur sont entr'elles comées 5 à 4.

(d) Les Suédois divisent leur pied en 10 parties, & chaque dixième en 10, qu'ils appellent ligne, & chaque ligne en 10 parties.

(e) Cette observation se trouve insérée dans le mémoire de M. Triewald, dont j'ai tiré la précédente, mais abrégée de même; ce qui ne remplit pas aussi bien le plan sur lequel je pense que doivent être faites ces sortes d'expériences. J'ai jugé nécessaire de la donner en détail, telle qu'elle a été donnée par M. de la Hire le fils, dans les Mémoires de l'académie royale des sciences de Paris, année 1712, pag. 108. Réflexions sur les élévations du barometre,

(f) La mine de cuivre, dont on a donné dans

dans l'été, le ciel étant plein de nuages, & la chaleur étant adoucie par un vent un peu fort. Elles furent faites avec deux barometres qui étaient parfaitement de même hauteur quand elles furent commencées, & qui se font parfaitement accordés pendant toute la durée des observations. A l'entrée de la mine, le barometre était à $\frac{21}{10}$ & $\frac{1}{100}$ de pied de Suede (a). Le directeur descendit ensuite avec le même instrument dans une de ces mines, jusqu'à la profondeur de 45 brasses, qui valent 41 toises un pied 2 pouces une ligne & demie de France, & il trouva que la hauteur du mercure était à $\frac{21}{10}$ 7 lignes, qui valent de notre mesure 27 pouces une ligne & $\frac{25}{100}$ de ligne; & par conséquent que le mercure était remonté de 3 lignes de Suede pour 45 de leurs toises, ce qui vaut de notre mesure 3 lignes & $\frac{1}{10}$ de ligne pour 41 toises 1 pied 2 pouces une ligne & demie des nôtres.

520. Il continua encore de descendre 45 toises de Suede, qui était le plus bas où il pût descendre, & y ayant observé la hauteur du barometre, il trouva que le mercure était à 25 dixiemes de Suede, & ainsi qu'il était remonté de 3 lignes de Suede, comme il avait fait dans les premières 45 brasses ou toises, c'est-à-dire, 27 pouces 5 lignes de notre mesure. Donc il était remonté de 3 lignes & $\frac{27}{100}$, comme dans la précédente observation;

le nom *Copperberg* à la ville de Fahlun, peut elle-même être regardée comme une seconde ville sous terre. Tous les bourgeois de Fahlun ont part aux mines, sans cela ils ne pourraient acquérir le droit de bourgeoisie; on les appelle *bersemans*, c'est-à-dire, homme de la compagnie; & ceux qui y font travailler par eux-mêmes, sont appelés *brukande bersemans*. La plupart, au lieu de bâton, portent de petites haches; ils ont des chapeaux sans bouton, des gants & des bas noirs, des habits de la même couleur sans poches. Des chevaux qu'on descend dans cette grande ville, suspendus par des cables, y restent à demeure dans leurs écuries, qu'on y a construites au nombre de deux; il y a aussi une boutique de marchand; on s'ouvre le chemin dans la pierre par le secours du feu, ce qui doit faire une différence à remarquer quant aux exhalaisons abondantes; il se trouve de ces chemins qui ont jusqu'à 30 & 40 pieds de largeur, & dont les extrémités communiquent à la superficie par de très-grands puits. M. le

Monnier l'astronome, & M. l'abbé Outhier, correspondant de l'académie, qui ont visité les ouvrages intérieurs de la mine de Fahlun en 1736, rapportent dans l'histoire de leur voyage, que l'un des plus grands puits est profond de 350 aunes de Suede, faisant 640 pieds de France, & que dans le fond de ce puits les vapeurs se résolvent en une véritable pluie dont on est mouillé jusqu'à plus de deux tiers de la hauteur de la fosse. Léopold, dans la relation de son voyage de Suede, remarque que les forges des environs du lac de Warpan & du lac Rund, renvoient quelquefois sur la ville de Copperberg une fumée si noire & si épaisse, que lorsque le vent d'ouest souffle, l'obscurité qui en résulte dans toute la ville, oblige les habitans d'allumer des chandelles en plein midi.

(a) Qui valent, mesure du pied de Paris, 26 pouces 9 lignes, & $\frac{59}{100}$ de ligne, suivant les mesures qu'en a données M. Picard, dans l'ouvrage intitulé : *Divers ouvrages de mathématiques & de physique*.

enforte que pour 90 toises de Suede, il trouva 6 lignes de différence de hauteur de mercure, ce qui donne 7 lignes $\frac{48}{100}$ pour 82 toises 2 pieds 4 pouces 3 lignes mesure de Paris. Pour s'assurer de la justesse de ces observations, M. Vallerius en fit deux nouvelles en remontant, lesquelles partageaient toute sa profondeur en trois parties égales, au lieu qu'il n'en avait fait qu'une au milieu en descendant: c'est pourquoi ayant remonté de 30 toises de Suede, il observa la hauteur du mercure, & il le trouva descendu de 2 lignes de Suede, ce qui répond, de notre mesure, à 2 lignes & $\frac{114}{100}$ pour 27 toises 2 pieds 6 pouces 9 lignes. Il continua de monter encore de 30 toises de Suede; & ayant observé la hauteur du mercure, il le trouva encore baillé de 2 lignes de Suede. Enfin, ayant encore monté de 30 toises de Suede, & étant arrivé à l'entrée de la mine, il trouva que le mercure était encore baissé de 2 lignes de Suede, & qu'il était à $\frac{14}{10}$ 4 lignes, comme il était lorsqu'il avait commencé à y descendre.

§21. M. Vallerius ne se contenta pas des observations qui viennent d'être rapportées, il continua d'en faire d'autres sur la montagne *Grufvis-Bergu*, qui tient à la mine d'où il venait de remonter. Ce terme de comparaison n'est point à négliger lorsqu'on fait de ces sortes d'expériences: nous l'insérerons ici (a). En examinant les observations qui viennent d'être rapportées, on trouve que depuis le fond de la mine jusqu'à 27 toises 2 pieds 6 pouces 9 lignes de hauteur perpendiculaire sur la montagne, il y a 109 toises 4 pieds 3 pouces 0 lignes, pour lesquelles le mercure a descendu de 10 lignes & $\frac{264}{100}$, & que le mercure a baissé dans toute cette hauteur,

(a) M. Vallerius ayant monté sur la montagne, enforte qu'il était élevé perpendiculairement de 15 toises de Suede, il observa la hauteur du mercure, qu'il trouva d'une ligne de Suede plus petite qu'elle n'était au pied de la montagne ou à l'entrée de la mine; ce qui répond en mesure de Paris à une ligne & $\frac{158}{100}$ de ligne, pour 13 toises 4 pieds 3 pouces 4 lignes $\frac{1}{2}$. Il continua de monter encore de 15 toises de Suede, & il observa la hauteur du mercure, qu'il trouva plus petite que dans la précédente observation, encore d'une ligne de Suede. Enfin, étant arrivé au haut de la montagne, qui était de 22 toises de Suede plus élevée que la précédente observation, & par conséquent de 52 toises de Suede plus haut que l'entrée de la mine,

il trouva que le mercure avait baissé d'une ligne & $\frac{3}{10}$ de Suede, & ainsi que le mercure était à 24 dixièmes de pied de Suede, & $\frac{8}{10}$ de ligne; c'est-à-dire, qu'il avait descendu pour 52 toises de Suede, de 3 lignes & $\frac{3}{10}$ de Suede, ce qui fait de notre mesure 4 lignes & $\frac{106}{100}$ pour 47 toises 3 pieds 2 pouces 10 lignes & $\frac{1}{10}$. Ensuite, en descendant de la montagne, il observa la hauteur du mercure dans les mêmes endroits qu'il l'avait observée en montant, & il trouva les mêmes différences; d'où il conclut que 9 lignes & $\frac{3}{10}$ de Suede répondent à 142 toises de hauteur perpendiculaire: ce qui donne de notre mesure 12 lignes & $\frac{24}{100}$ pour 129 toises 4 pieds 10 pouces une ligne & $\frac{59}{100}$.

de façon qu'une ligne de différence de hauteur de mercure a toujours répondu à 10 toises 1 pied 6 pouces 4 lignes, le mercure étant au fond de la mine à 27 pouces 5 lignes, & sur la montagne où finissent les 109 toises 4 pieds 3 pouces depuis le fond de la mine à 26 pouces 6 lignes & $\frac{3}{100}$ (a).

Expérience barométrique faite dans les mines, par M. Stroemer.

§ 22. DANS les mines de Norvege, la descente du mercure s'est trouvée inégale; & une chute d'une ligne suédoise a répondu tantôt à 52, tantôt à 71 aunes du pays. Dans les mines de Claufthal, le mercure est tombé d'un pouce d'Angleterre, lorsque le barometre a été porté à la profondeur de 108 *lathers*.

Observation thermométrique & barométrique, faite en hiver dans la mine de Cheiffy (b) en Lyonnais, par M. Jars, avec le thermometre de M. de Réaumur.

§ 23. LE thermometre placé dans une mine à 48 pas de l'embouchure d'une de ses galeries, se tenait à zéro (c). Dans l'intervalle de cette distance, il a trouvé de la glace; mais en avançant dans la mine, la liqueur du thermometre est montée peu à peu jusqu'à 11 & 12 degrés; c'est-à-dire, 1 & 2 degrés au-dessus de la température des caves de l'Observatoire, qui est la même dans les mines (d).

Observations thermométriques faites dans des jours chauds de l'été dans la même mine de Cheiffy, par M. Jars.

§ 24. ETANT entré dans la mine par la même galerie inférieure, il

(a) D'où M. de la Hire fils, en comparant ces observations avec celles de ce pays-ci, trouve qu'une ligne de différence de hauteur de mercure en Suede, répond à une plus petite hauteur que celle trouvée dans ce pays-ci par M. M. Cassini, Picard & de la Hire.

(b) Ou Cheiffy, mine de cuivre, ouverte dans la pente d'une colline, sous laquelle les galeries s'enfoncent presque horizontalement, & percée d'espace en espace de plusieurs ponts de respiration, dont la bouche est plus ou moins haut sur les col-

lines. Il y a dans cette mine une voûte qui a été creusée horizontalement de plus de 200 pieds de profondeur.

(c) L'air d'un souterrain à 10 degrés est tempéré; mais dans l'hiver l'air de l'atmosphère est à zéro, terme de la glace.

(d) Le degré de température dans des souterrains très-profonds, comme les caves de l'Observatoire, est de 10 $\frac{1}{4}$. M. Jars attribue les deux degrés au-dessus de ce terme, à l'air échauffé par les ouvriers & par les lumieres.

D d ij

sentit d'abord de la fraîcheur ; il posa son thermomètre , dont la liqueur était à 20 degrés au-dessus de zéro , à une toise intérieurement de l'embouchure de la galerie. Après l'y avoir laissé une demi-heure , la liqueur descendit à 11 degrés ; il sentit la même fraîcheur dans toute la mine. Dirigeant sa marche du côté d'un *échelon montant* (a) , par lequel on sort de la mine , c'était alors l'ouverture la plus élevée , je remarquai avec surprise , dit-il , qu'à mesure que j'approchais de l'embouchure , l'air s'échauffait. Je plaçai mon thermomètre à quatre toises de ladite embouchure : il monta à 13 degrés.

525. L'AUTEUR conclut de ces observations , qu'il a répétées plusieurs fois & dans plusieurs mines , que l'air qui , dans l'hiver , entrait dans la mine par les ouvrages inférieurs , pour ressortir par les ouvrages supérieurs , prend pendant l'été une route contraire ; ce qui a été remarqué par Agricola.

526. Il est nécessaire de rapprocher de ces observations barométriques & thermométriques , celles qui ont été faites par le même auteur , & qu'il rapporte page 310 de son mémoire , de la manière qui suit. Le thermomètre de M. de Réaumur , placé en hiver dans une mine (b) , à 45 pas de l'embouchure d'une des galeries , se tenait à zéro. Dans l'intervalle de cette distance , il s'est trouvé de la glace ; mais en avançant dans la mine , la liqueur du thermomètre est montée à peu près jusqu'à 11 & 12 degrés , c'est-à-dire , un & deux degrés au-dessus de la température des caves de l'Observatoire. On peut voir aussi les observations de M. le Monnier le médecin , dans le puits de la Forge , en Auvergne.

527. CES sortes d'observations demandent la plus grande précision ; on ne saurait trop s'occuper des moyens qui peuvent l'assurer , tant par rapport aux répétitions comparées qu'il faut en faire en différents endroits , en différents tems & momens , que par rapport au point d'équilibre que l'on doit donner aux instrumens. L'auteur des expériences qui ont été faites dans la carrière de charbon d'Ardinghem , & que nous avons rapportées plus haut , paraît s'être occupé fort judicieusement de ces circonstances. Nous rapporterons ici la manière dont il termine son récit , comme pouvant conduire à imaginer encore quelque chose de mieux. Cependant il est dit en finissant , qu'on venait de faire dans la cave de l'Observatoire de Paris , l'épreuve du thermomètre appareillé de la manière qui va être décrite , & qu'il y avait très-bien réussi.

“ 528. AFIN de faire ces sortes d'observations avec plus de commodité ,

(a) M. Jars définit un *échelon montant* , un filon , pour en extraire le minéral.

ou un ouvrage en montant , une élévation (b) Le pays où était située cette mine , n'est point nommé.

22 & même de justesse, on a pensé qu'il fallait les faire dans le fond des puits
 23 de mines abandonnées depuis quelque tems, ou dans d'autres puits. Pour
 24 cet essai on a fait construire un thermometre à *grand point* : il doit s'en-
 25 châsser bien juste dans une piece de bois, dont il est enveloppé de toutes
 26 parts, de façon qu'il faut beaucoup de tems à ce thermometre pour ac-
 27 quérir ainsi son point d'équilibre, & conséquemment pour le perdre lors-
 28 qu'il l'a une fois acquis. Au milieu de cette piece de bois, qui s'ouvre à
 29 charnière, & dont la grandeur n'est que de quelques degrés au-dessus &
 30 au-dessous de la température, on a pratiqué une embrasure à fenêtre,
 31 à dessein de pouvoir découvrir, lorsqu'on l'ouvrira, le point que mar-
 32 quera la liqueur dans le tuyau, qui est d'un verre épais. Voici mainte-
 33 nant la maniere de procéder. On descendra ce thermometre avec une
 34 corde dans le puits où l'on voudra faire l'observation, y attachant un
 35 poids par-dessous, afin qu'il reste toujours debout. On le laissera dans ce
 36 puits tout le tems nécessaire pour lui faire acquérir son point d'équili-
 37 bre ; après quoi le retirant de ce puits, & ouvrant la fenêtre, on aura
 38 le tems suffisant, avant qu'il varie, d'examiner à son aise & fort juste le
 39 degré de température qu'il aura contracté dans le fond du puits. En ré-
 40 pétant l'opération, on s'assure de ce degré. 22

Différens moyens de changer l'air des mines.

§ 29. LA comparaison ou la combinaison heureuse de l'air de l'atmosphère
 avec celui renfermé dans les souterrains de mines, exigerait, pour parvenir
 sans raisonnement à obtenir une circulation avantageuse de ce dernier,
 que la nature de cet air, & la cause qui produit les moffettes, fussent aussi
 connues que leurs propriétés ; mais les descriptions les plus exactes, les
 nombreux & fâcheux accidens des vapeurs souterraines, les expériences
 auxquelles elles ont été soumises par plusieurs savans (a), n'ont encore
 pu rien faire découvrir de positif sur leur cause (b). En conséquence il n'est

(a) De la vapeur dangereuse qui se
 trouve dans les mines, par M. Triewald,
 tome I des Actes de l'académie de Stock-
 holm, art. VI.

(b) M. Baumé, de l'académie royale
 des sciences, a fort judicieusement fait cette
 remarque dans sa *Chymie expérimentale &
 raisonnée*, tome III, page 370. Il expose
 ses conjectures sur cette matiere délicate ;
 il désirerait sur-tout être à portée d'exa-
 miner chimiquement la vapeur nommée par

les Liégeois feu brisou. Comme les ouvriers
 s'amuseut quelquefois de ces étincelles &
 les manient sans danger, il invite les per-
 sonnes qui auraient occasion de descendre
 dans ces mines, à en ramasser une cer-
 taine quantité dans une bouteille, & à
 lui en envoyer. L'auteur prévient qu'il se-
 rait prudent de les contenir dans la bou-
 teille avec de l'eau, comme on le fait à
 l'égard du phosphore d'urine qu'on veut
 conserver.

pas non plus bien décidé si, lorsqu'il s'agit de remédier aux inconvéniens résultans de ce qu'on appelle *mauvais air*, le moyen véritable est ou de chauffer en-dehors l'air des souterreins, ou de lui en substituer un autre du dehors.

§ 30. M. Genfanne estime que tout provient de l'air trop dense, trop chargé de parties hétérogènes, qui en empêchent la circulation. D'après ce qu'il éprouva dans une semblable circonstance, dont nous parlerons bientôt, il se croit autorisé à juger qu'en introduisant un nouvel air, on ne ferait qu'augmenter le volume de celui qui y est déjà, & qui étant plus pesant que celui de l'atmosphère, ne pourrait être chassé au-dehors par celui qu'on y amènerait par le ventilateur ; & qu'en conséquence, au lieu de chercher à introduire un nouvel air dans ces ouvrages, on devrait au contraire s'attacher à en retirer celui qui y est.

§ 31. VOULANT nous occuper essentiellement des points de fait, nous ne nous arrêterons pas à cette discussion, elle nous écarterait. En prenant pour les données de la question, les quatre points exposés ci-dessus, nous regarderons comme décidé que, lorsqu'il est question de donner de l'airage, ce qui est à faire consiste à ménager simplement un libre écoulement de l'air dans les mines, c'est-à-dire, à établir entre cet air renfermé & la masse aérienne, une communication aisée. Nous supposerons que d'autres fois il faut amener dans les souterreins un nouvel air, les décharger de celui qui y est, en l'amenant au-dehors par le puits ; ou lorsque cet air est échauffé jusqu'à un certain point dans la mine, & qu'il a perdu son élasticité, le détruire par le feu ; ou s'il est surchargé de vapeurs, les dissiper par tout ce qui peut lui imprimer du mouvement, & éviter par-là qu'il ne soit stagnant ; faire en sorte, de quelque manière que ce soit, que ces exhalaisons se mêlent à un air libre, ou diminuent de quantité, ou soient dégagées de ce qui s'y trouve d'étranger & de nuisible.

§ 32. C'EST toujours dans les vues générales, que l'on cherche à donner de l'airage aux mines : beaucoup de circonstances relatives aux vents qui règnent dans le pays, à l'endroit où la mine est située, à la nature des travaux, &c. la possibilité plus ou moins favorable de remplir ce but à moins de frais possible, exigent sans doute que ces moyens soient variés de plus d'une manière. Le choix en est quelquefois très-embarrassant, faute de connaître bien précisément la nature des inconvéniens que l'on cherche à faire disparaître.

§ 33. EN 1764, feu M. Jars avait rédigé en deux mémoires présentés, en 1768, à l'académie des sciences, des vues qui viennent en tout à l'appui de ce qui se trouve sur cette matière dans les Actes de l'académie de Stockholm publiés en 1740, où sont insérés deux mémoires de M. Triewald. Nous

avons jugé n'avoir rien de mieux à faire, pour mettre les directeurs de mines à portée de se décider selon leurs idées particulières, que de leur présenter l'extrait de ces différens mémoires, en commençant par celui du mémoire de M. Jars, tel qu'il est donné par l'historien de l'académie des sciences. Les notions abrégées qui ont précédé, sur les propriétés & sur les qualités de l'air, aideront à saisir le point sur lequel on peut se guider.

Observations sur la circulation de l'air dans les mines, par feu M. Jars. (a)

“ 534. **LORSQU'UNE** galerie est, comme celles de Cheissy, percée par un puits de respiration, il y a, tant à l'embouchure de la galerie qu'à celle du puits, une colonne d'air qui s'étend jusqu'au sommet de l'atmosphère. La colonne qui appuie sur l'orifice de la galerie, est composée toute entière de l'air extérieur & a la même température que lui: celle qui appuie sur l'orifice du puits, est, à l'extérieur, composée du même air; mais depuis l'orifice du puits jusqu'à la galerie, l'air de la colonne est à la température des caves. Les deux colonnes sont donc nécessairement inégales en poids, quoiqu'égales en longueur. En hiver, l'atmosphère étant plus froide & par conséquent plus pesante que l'air de l'intérieur de la mine, la colonne du puits, composée en partie de ce dernier, est plus légère que celle qui se présente à l'embouchure de la mine: celle-ci chasse donc l'air de la galerie, & le fait sortir par le puits. En été, au contraire, l'air extérieur étant plus léger & plus chaud que celui de la mine, la colonne du puits, composée en partie de ce dernier, devient la plus pesante, & l'air sortira par l'ouverture de la galerie.

“ 535. De cette observation, & de la théorie à laquelle elle sert de base, il résulte que lorsque l'air extérieur sera à la même température que celui de la mine, les deux colonnes étant alors de même poids, il ne s'établira dans la galerie aucun courant; & c'est effectivement ce qui arrive dans ces mines & dans beaucoup d'autres semblablement situées, dans lesquelles on est obligé de suspendre les travaux à la *pousse* & à la *chûte des feuilles*, c'est-à-dire, pour parler le langage de la bonne physique, dans les tems où l'air extérieur est à la même température que celui des mines. Le même inconvénient se trouvera encore dans les mines dont les galeries sont horizontales, & placées sous une plaine qui l'est aussi; inutilement tenterait-on d'y donner de l'air en perçant un grand nombre de puits, l'égalité de toutes les colonnes d'air qui pénétreraient par-là dans la mine, les met-

(a) Extrait du volume des Mémoires de l'académie royale des sciences pour l'année 1768, hist. page 18. Les personnes qui auront entre les mains l'ouvrage de ce minéralogiste Français, l'y trouveront en entier. page 339.

„ trait en équilibre , & il ne s'y établirait aucun courant. On peut cepen-
 „ dant rappeler ces espèces de mines à l'état de celles qui sont percées dans
 „ les collines. L'art, aidé des principes de M. Jars, peut donner ce qu'a-
 „ vait refusé la nature : il ne s'agit pour cela que d'établir une inégalité
 „ de poids dans les colonnes qui insistent sur deux puits, pour qu'il s'éta-
 „ blisse un courant d'air dans la galerie qui joint ces deux puits ; & voici
 „ les moyens qu'emploie M. Jars pour l'obtenir. Si la galerie est percée
 „ dans la pente d'une montagne, tant qu'elle n'ira pas plus loin que l'en-
 „ droit où l'on peut percer un puits, il sera aisé d'y avoir une circulation
 „ d'air ; mais si l'on veut pousser la galerie plus loin, la circulation cessera
 „ dans la partie qui est au-delà du puits. „

§ 36. POUR l'y établir, M. Jars a adopté la construction proposée par
 M. Triewald, d'une espèce de plancher formé à quelque distance du sol de
 la galerie, & dont nous ferons connaître la construction d'après l'auteur
 Suédois.

§ 37. „ Ce plancher, très-utile d'ailleurs pour le roulage des brouettes & le
 „ passage des eaux, forme un canal qui se prolonge jusqu'au fond de la
 „ mine ; l'air n'ayant plus alors de communication avec la galerie, à cause
 „ de la porte, est obligé de repasser par le puits : il se trouvera donc alors
 „ deux colonnes inégales en pesanteur, le courant d'air s'établira. Il s'éta-
 „ blirait de même au fond d'un puits creusé au bout de la galerie, en y
 „ conduisant, au moyen d'un tuyau, l'air qui passe sous le plancher dont il
 „ vient d'être parlé, & qui entre par l'ouverture de la galerie. Dans tout
 „ ceci l'auteur suppose que l'orifice de la galerie est dans une colline, &
 „ plus bas que l'orifice du puits de respiration ; mais si la galerie était per-
 „ cée horizontalement sous une plaine à peu près de niveau, tous les puits
 „ seraient également profonds, & toutes les colonnes d'air en équilibre : par
 „ conséquent il n'y aurait aucune circulation „. La *cheseure* élevée sur la bou-
 che des bures, à la manière des houilleurs Liégeois, est le moyen que M. Jars
 propose pour cette circonstance.

§ 38. IL observe „ que la maçonnerie de cette espèce de cheminée doit
 „ être assez épaisse pour conserver à l'air qu'elle contient, la même tempé-
 „ rature qu'à celui du puits. Il est clair que par ce moyen l'équilibre entre
 „ les colonnes sera rompu, & le courant d'air s'établira dans la galerie.
 „ Toute cette circulation d'air aura donc lieu dans les galeries, d'un sens
 „ pendant l'hiver, & du sens opposé pendant l'été ; mais dans le printemps
 „ & dans l'automne, où l'air extérieur & celui de la mine ont la même tem-
 „ pérature, il n'y aurait aucun courant d'air, & il faudrait abandonner les
 „ ouvrages. „

§ 39. L'ÉTABLISSEMENT du fourneau ventilateur de M. Sutton sur l'em-
 bouchure

bouchure d'un puits, paraît indiqué dans ce cas : aussi M. Jars conseille-t-il d'y recourir.

De la marche de l'air dans les puits de mines, comparée avec celle du courant de l'air dans les cheminées, par M. Franklin.

540. LES phénomènes journaliers, & qu'on pourrait appeler les plus vulgaires, sont souvent ceux dont l'examen est le plus délicat, & conséquemment le plus négligé. Dans le nombre de ceux qui appartiennent aux mines, le rapport entre l'entrée & la sortie des vapeurs souterraines par les puits de mines, & entre l'élévation & le refoulement de la fumée ou de l'air dans les cheminées, est un point sur lequel toutes les personnes qui ont visité des mines, s'accordent assez ; mais aucune, jusqu'à M. Franklin, n'avait apporté à cette conformité ce degré d'attention qui donne l'essor à des réflexions intéressantes & utiles. Dans une matière qui à chaque pas ne présente que des problèmes embarrassans, on nous saura gré de recueillir tout ce qui peut conduire à leur solution, & sur-tout quand les éclaircissemens ont pour auteur un homme exercé à promener ses regards dans les sentiers les plus mystérieux de la physique. Voici le fragment que nous tirons des ouvrages du savant Anglais. (a)

541. " DANS une cheminée où l'on ne fait pas de feu, il y a en été
 „ un courant d'air qui y monte continuellement depuis environ cinq à six
 „ heures du soir, jusques vers huit ou neuf heures du matin, où ce cou-
 „ rant commence à s'affaiblir & à balancer quelque peu pendant environ
 „ une demi-heure ; après quoi il se met à descendre avec la même force,
 „ & continue dans cette nouvelle direction jusques vers cinq heures du
 „ soir, où il s'affaiblit de nouveau & balance de même, tantôt en montant
 „ un peu, & tantôt redescendant pareillement un peu, pendant l'espace d'une
 „ demi-heure environ ; après quoi il se rétablit un courant constant de
 „ bas en haut, qui se maintient toute la nuit, jusques vers huit ou neuf heures
 „ du matin suivant. Les heures varient un peu suivant que les jours
 „ s'allongent ou se raccourcissent, & un changement de tems subit les fait
 „ quelquefois varier aussi ; comme si, après de grandes chaleurs d'une lon-
 „ gue durée, le tems commence à se rafraichir dans l'après-midi, tandis
 „ que l'air a son cours du haut en bas de la cheminée : dans cette circon-
 „ stance le courant changera de meilleure heure qu'à l'ordinaire, &c. „

542. L'ILLUSTRE citoyen de Philadelphie, en donnant son sentiment sur

(a) Œuvres de M. Franklin, de la société royale de Londres, traduites en français. Paris, deux vol. in-4°. 1774. Lettre de M. Franklin à Jean Baudouin, écuyer, à Boston, sur l'usage des cheminées, tant en été qu'en hiver, tome II, pag. 202.

Tome XVII.

E c

la cause de ces variations du courant journalier de l'air frais dans les cheminées, en tire une induction fort juste sur ce qu'il convient de faire dans les puits de mines, pour y avoir un air frais & salubre. La marche de son raisonnement est très-digne d'attention.

§43. " PENDANT l'été il y a, généralement parlant, une grande différence
 " par rapport à la chaleur de l'air à midi & à minuit, & conséquemment
 " une semblable différence par rapport à sa pesanteur spécifique, puisque
 " plus l'air est échauffé, plus il est raréfié. Le tuyau d'une cheminée étant
 " entouré presque entièrement par le reste de la maison, est en grande partie
 " à l'abri de l'action directe des rayons du soleil pendant le jour, & de la
 " fraîcheur de l'air pendant la nuit : il conserve donc une température
 " moyenne entre la chaleur du jour & la fraîcheur des nuits, & il commu-
 " nique cette même température à l'air qu'il contient. Lorsque l'air exté-
 " rieur est plus froid que celui qui est dans le tuyau de la cheminée, il
 " doit le forcer, par son excès de pesanteur, à monter & à sortir par le
 " haut. L'air d'en-bas, qui le remplace, étant échauffé à son tour par la
 " chaleur du tuyau, est également poussé par l'air plus froid & plus pesant
 " des couches inférieures ; & ainsi le courant continue jusqu'au lendemain,
 " où le soleil, à mesure qu'il s'élève, change par degrés l'état de l'air ex-
 " térieur, le rend d'abord aussi chaud que celui du tuyau de la cheminée ;
 " & c'est alors que le courant commence à vaciller, & bientôt après le rend
 " même plus chaud : alors le tuyau étant plus froid que l'air qui y entre,
 " le rafraîchit, le rend plus pesant que l'air extérieur, & conséquemment
 " le fait descendre ; & celui qui le remplace d'en-haut étant refroidi à son
 " tour, le courant descendant continue jusques vers le soir, qu'il balance
 " de nouveau & change de direction, à cause du changement de la chaleur
 " de l'air du dehors, tandis que celui du tuyau qui l'avosine, se maintient
 " toujours à peu près dans la même température moyenne. Sur ce principe,
 " si l'on bâtissait une maison derrière la montagne du Fanal, & qu'on mé-
 " nageât un conduit horizontal de l'une de ses portes à la montagne, où
 " on le fit aboutir à un puits creusé perpendiculairement sous le sommet
 " de la montagne, il me paraît vraisemblable que ceux qui habiteraient
 " cette maison, auraient constamment, pendant la chaleur du jour, dans
 " le tems même le plus calme, un courant d'air aussi frais qu'ils le pour-
 " raient désirer, qui traverserait la maison, & réciproquement, pendant la nuit
 " la plus tranquille, un semblable courant d'air en sens inverse. Je pense
 " aussi que les mineurs pourraient tirer quelque avantage de cette propriété :
 " par exemple, lorsque leurs trous ou puits sont creusés perpendiculairement
 " dans la terre, & qu'ils communiquent dans le fond par des galeries
 " ou traverses horizontales, comme cela se pratique ordinairement, si l'on

„ construisait une cheminée de 30 ou 40 pieds de haut sur un de ces puits ,
 „ tout autre air en étant exclus que celui qui monterait ou descendrait
 „ par le puits , on produirait par ce moyen un changement d'air continuél
 „ dans les passages de traversé du fond de la mine , & ce renouvellement
 „ d'air préserverait les ouvriers des accidens des vapeurs ; car il passerait
 „ presqu'incessamment de l'air frais , soit montant du puits dans la chemi-
 „ née , soit descendant de la cheminée dans le puits. „

§44. ON voit que l'idée de M. Franklin se rapproche beaucoup de la pratique reçue de tout tems au pays de Liege. Cet expédient , ceux rappelés dans le mémoire de M. Jars , & autres moyens qui ont été imaginés ou pratiqués , & qui peuvent être de quelque utilité , vont être passés en revue , en commençant par les plus simples ; & nous viendrons ensuite à ceux qui emportent la complication de quelque machine ou de quelque construction particuliere. Cette façon méthodique de procéder s'accordera avec les deux espèces de changemens d'air , distingués fort à propos par M. Triewald (a) ; savoir , le changement d'air naturel , & le changement d'air artificiel. En développant successivement ces deux différences , nous nous ferons des expressions reçues parmi les ouvriers de mines , sans nous garantir si elles sont bien exactes.

Du changement d'air naturel dans les mines.

§45. CETTE expression , que nous avons adoptée de M. Triewald , désigne assez bien le changement d'air , qui est , pour ainsi dire , le résultat naturel de l'inégalité de la profondeur des puits ouverts sur une étendue de galerie. L'idée que l'académicien étranger s'en est formée , se trouve en contrariété avec le sentiment de feu M. Jars. Pour ne pas risquer d'altérer l'opinion de l'un & de l'autre , dont le lecteur voudra bien lui-même être juge , je donne la traduction littérale de la première partie du mémoire de M. Triewald , concernant le changement d'air naturel ; je détacherai de celui du minéralogiste Français , l'objection qu'il oppose à l'académicien Suédois , & par-là les deux seront plus rapprochées. Si , en m'abstenant de faire connaître mon avis particulier , je me permets quelques observations , c'est uniquement pour aider le lecteur à prononcer entre deux.

“ §46. J'AI constamment remarqué dans toutes les mines que j'ai eu occasion de visiter , dit M. Triewald (b) , que le changement d'air se fait „ en entrant par le puits le plus profond , & que l'air ressort par le puits

(a) Description de tous les moyens propres à donner un bon & suffisant changement d'air dans les mines de charbon de

terre. Mémoires de l'académie de Stockholm , ann. 1740 , tome I , art. VII , p. 444.
 (b) Section VIII de son Mémoire.

„ qui l'est moins, quand ces deux fosses ont entr'elles une communication :
 „ cela ne vient que de la pesanteur inégale des colonnes d'air contenues
 „ dans les deux puits, conformément aux loix de la pression de l'air, & aux
 „ observations barométriques de Celsius & de Vallerius. (a) Or ces deux
 „ colonnes n'étant point égales en pesanteur, elles ne sauraient non plus se
 „ tenir en équilibre; ajoutez à cela que l'air est un fluide qui tend toujours
 „ à l'état d'équilibre, comme l'eau que l'on verse dans un siphon recourbé.
 „ Quelle que soit la quantité qu'on y verse par le tuyau le plus long, elle
 „ ne s'y arrêtera pas, mais ressortira par le tuyau le plus court. Il en est
 „ de l'air renfermé dans un puits de mine, quand le changement d'air est
 „ naturel, comme de cette eau dans un siphon. „

547. AFIN d'éclaircir cette comparaison, soient le puits A & le puits B, *pl. XXXIII, fig. 8 & 9*, que je substitue pour cet objet à la figure de M. Triewald, en supposant seulement que les deux puits A & B, qui dans cette figure sont prolongés au-delà de la veine, parce qu'ils vont atteindre d'autres veines plus profondes, se terminent à la veine devenue galerie, conduite depuis le bas du puits A, jusqu'au bas du puits B. En conséquence le puits de 35 brasses A, qui est sur la partie d'amont-pendage, est de quelques pieds moins profond que le bure de 45 brasses B, qui tombe sur la partie d'aval-pendage.

„ 548. LE barometre placé en D, *fig. 9*, dans le puits B, doit être d'une
 „ ligne plus bas qu'au fond C dans le puits A : il s'ensuit que la colonne
 „ d'air B D, jusqu'au fond, est plus pesante que la colonne d'air A C,
 „ jusqu'à la veine C D; que par conséquent elles ne peuvent jamais se
 „ balancer, mais que la colonne plus courte & plus légère du puits A, doit
 „ céder à celle du puits B, qui est plus longue & plus pesante. Or, il est
 „ impossible qu'aucune partie de la colonne perpendiculaire A C, ou de
 „ la colonne de communication C D, puisse s'élever, sans que la colonne
 „ B D remplisse l'espace qu'elles auraient quitté. Par ce moyen, le mou-
 „ vement & le changement d'air une fois commencés par la communica-
 „ tion C D, établie entre les deux puits A B, doit toujours continuer à
 „ être le même, tant que les circonstances en seront les mêmes; & le cou-
 „ rant d'air doit toujours continuer de B en D, & de là par D C jusqu'en
 „ A. Il s'en suit également que plus la différence est considérable entre les
 „ profondeurs des deux puits, plus le courant d'air doit être fort; de même
 „ que dans un siphon recourbé, plus l'un des tubes surpasse l'autre en
 „ longueur, plus l'eau sortira avec violence par le tube le plus court, lors-

(a) D'où il résulte non-seulement que l'air a une certaine pesanteur, mais que sa pression augmente en raison de la profondeur; & ces propriétés correspondantes,

jointes à l'élasticité ou l'expansibilité de l'air, sont la base de tous les changemens d'air dans les mines.

„ qu'on la verse par le tube le plus long , & cela dans la proportion que les deux tuyaux auront entr'eux. „

§ 49. L'EXACTITUDE de cette observation est révoquée en doute par M. Jars (a), en ne pouvant se persuader que M. Triewald ait observé par lui-même ce qui l'a conduit à son raisonnement. Voici comment raisonne le minéralogiste Français.

„ § 50. Si je considère les embouchures A & B, fig. 9, pl. XXXIII, du puits supposé en A C, & du puits B D, que je suppose au même niveau, je dis que les colonnes d'air de l'atmosphère qui répondent au puits A & „ au puits B, sont en équilibre, puisqu'elles sont de la même hauteur, & „ qu'elles ont le même degré de chaleur; ni l'une ni l'autre ne peuvent „ donc déterminer l'air contenu dans le souterrein B D C A, à en sortir, „ puisqu'il est lui-même en équilibre. „

§ 51. CET académicien remarque que dans la mine où l'auteur Suédois a fait son observation, il y avait peut-être un bâtiment sur l'embouchure d'un des puits; & que M. Triewald n'aura pas pris garde au changement produit dans la densité d'une des colonnes d'air par ce bâtiment, qui en effet est capable de faire rompre l'équilibre. L'académicien Français a cru pouvoir conjecturer que le minéralogiste Suédois était persuadé que l'air prend la même route dans toutes les saisons. Cette conjecture est détruite par le détail dans lequel M. Triewald entre sur les tuyaux ou conduits à air dont nous allons parler bientôt; ses remarques sur leur effet différent en différens tems, sont bien éloignées de faire naître le soupçon qu'un homme expérimenté sur toute la matière des mines, habitué à en observer les opérations en physicien, ait ignoré, soit le cours naturel de l'air, tracé exactement par Agricola, & observé par tous les mineurs, soit la différence qu'il suit en hiver & en été. D'un autre côté, M. Jars ne pourrait-il pas avoir négligé de faire attention que les colonnes d'air, contenues dans les deux puits perpendiculaires A B, y existaient avant la communication établie entr'eux par le canal ou par la veine travaillée; que cette ouverture faite, le mouvement a dû s'établir indépendamment de l'air extérieur; & qu'une fois établi, il doit continuer de même, en supposant même l'équilibre de l'air extérieur ?

Du changement artificiel d'air dans les mines.

§ 52. DANS les mines exploitées en grand (b), les mouffettes, de quelque

(a) Page 348 de ses ouvrages métallurgiques, avec une figure.

(b) J'entends par cette manière de m'exprimer, une mine percée de grandes & nombreuses galeries, dans laquelle il y a toujours beaucoup d'ouvriers en action, & de

laquelle on élève perpétuellement des charbons & des eaux, de manière que le travail n'est presque pas interrompu. Ces grandes houilleries sont celles que les Liegeois nomment *fossils de grand athour*.

nature qu'elles soient, doivent, *d choses égales*, être moins fréquentes, moins abondantes & moins difficiles à dissiper. De tout tems il paraît, d'après l'historien Liégeois, *Fifén*, que les houilleurs, ses compatriotes, se sont garantis assez généralement des dangers qu'entraînaient le *crowin* & le *feu grioux*, en battant l'air de toutes les façons que l'instant ou la position peuvent suggérer (*a*). L'air agité par un moyen quelconque, peut bien suffire, dans quelques occasions, pour chasser une partie de l'air de la mine, & pour le renouveler par d'autre. Dans ce cas, l'air de l'atmosphère peut être considéré comme étant à l'air stagnant dans la mine, à peu près comme du vin qu'on fait nager sur de l'eau : on sait que la moindre agitation est suffisante pour occasionner ce mélange. Mais dans maintes circonstances, ce simple ébranlement de l'air avec des feuillages, avec de l'eau, &c. serait très-insuffisant. Il a donc fallu imaginer des pratiques plus décisives. Ce sont ces inventions, pratiques, ou méthodes, comme on voudra les nommer, qui constituent le changement appelé par M. Triewald, *changement d'air artificiel* ; voulant sans doute désigner par cette expression, qu'on est obligé de recourir à l'art pour remédier au défaut de circulation d'air, provenant de l'égalité de la profondeur des puits entre lesquels il n'y a aucune communication. Les moyens que propose ce savant, sont établis sur les mêmes principes qui ont servi de fondement aux moyens dont on se sert pour opérer, ce qu'il nomme *le changement naturel de l'air*. Comme la plupart de ces moyens sont mécaniques, & que nous les suivrons dans un certain ordre qui nous a paru le plus commode & le plus convenable, nous ne ferons usage du mémoire de M. Triewald, que partie par partie, relativement à la division que nous établissons du changement d'air artificiel : 1°. par quelque construction appropriée dans les puits : 2°. par l'usage de tuyaux prolongés selon les circonstances & le besoin : 3°. par des constructions particulières dans les fourneaux : 4°. par l'établissement de machines à feu ou autres, à la bouche des puits.

Puits à air ; leurs différences.

§ 52 LE langage des houilleurs Liégeois spécifie deux différentes espèces de puits à air. Les uns ne sont que de petites fosses, dont l'enfoncement a uniquement pour but de donner une échappée à l'air, & faciliter la libre respiration des ouvriers dans certains cas : d'où l'on pourrait très-bien les nommer *puits de respiration*. Les autres sont construits pour établir dans les endroits les plus reculés d'une *fosse de grand athour*, une circulation non in-

(a) *Nec alia re ulla magis extinguitur quam aeris (quo nimirum densiore nutritur) agitatione, & que hanc consequitur raritate ac puritate.* Part. 1, page 272.

verronipue de l'air renfermé dans la houillière. Nous commencerons par les puits de respiration.

Puits de respiration ; soupiraux , burtaux des Liégeois ; G. Windschacht ;
Lat. putei spiritalis.

§ 53. LORSQUE la marche des veines en plature & leur situation peu enfoncée permettent de multiplier sur leur trajet des puits d'extraction, ces fosses, doublement utiles d'ailleurs, obvient pour l'ordinaire assez bien au défaut de circulation de l'air. Il est aisé d'en juger d'après ce qui a été dit sur la marche naturelle de l'air, & par la commodité de pouvoir ouvrir ou fermer tantôt l'un de ces bures, tantôt un autre ; mais ces bures multipliés ne peuvent être avantageux que dans les cas qui viennent d'être rappelés en peu de mots. Cette voie dispendieuse est néanmoins employée dans une des mines de Schemnitz, appelée sans doute par cette raison *Windschacht*. Au-dessus de toutes les portes, aussi bien que sur tous les chemins où l'on travaille, on place des barrils en manière de soupiraux, qui servent de conduits pour l'entrée & pour la sortie de l'air. Vraisemblablement il y a quelque motif particulier dans cette conduite ; car on verra bientôt que dans une autre mine de ce quartier, on se procure un nouvel air par le moyen de porte-vents dont nous parlerons.

§ 54. DANS les cas où l'on est obligé de percer des galeries au travers de quelque faille, les ouvriers se trouvent souvent embarrassés pour parvenir à avoir de l'air, sur-tout quand la faille, à travers de laquelle il faut s'ouvrir un chemin, est très-épaisse, qu'elle a, par exemple, 30 brasses ou plus ; alors le puits de changement d'air est très-éloigné de la faille. Les ouvriers ne connaissent d'autre façon que d'ouvrir en-bas un second puits de respiration sur la galerie qui est commencée. M. Triewald a senti le grand embarras & la dépense qu'entraîne cette fouille d'un puits à air. Il y a suppléé tout simplement & avec succès, dans une galerie de plus de 30 brasses d'étendue, par des tuyaux prolongés du dehors au dedans de la mine, pour servir d'écoulement à l'air, & disposés de manière qu'en même tems ils forment une espèce de plancher nommé *treppen-werk*. Cet usage de canaux à air, connu, comme nous le dirons bientôt, dans les mines de Cornouailles, est une dépendance principale des puits que l'on doit appeler véritablement *puits à air* ; nous nous y arrêterons d'abord en particulier.

Des puits à air, ou puits d'airage proprement dits.

§ 55. JE distingue par ce nom, les fosses particulièrement destinées à pro-

curer une grande circulation dans toutes les routes souterraines d'une mine exploitée en grand. On conçoit d'abord, & l'expérience venue à l'appui du simple raisonnement, a montré peu à peu que, pour produire cet effet, il était indispensable de recourir à quelque construction particulière, soit sur la tête, soit dans la buse de cette fosse. De toutes les différentes manières de se conduire pour l'airage des mines en différents puits, celle des houilleurs Liégeois me paraît être celle qui est portée au plus haut degré de perfection, ou qui en approche davantage, puisqu'elle satisfait à toutes les vues qu'on cherche à remplir dans les autres pratiques. Feu M. Jars n'a pas manqué, dans ses ouvrages, de louer cette industrie; mais je trouve qu'il n'est pas entré à ce sujet dans les détails que mérite une construction dont il faisait cas. La description sommaire qu'il en a donnée, & que je vais placer ici, par rapport aux observations dont il l'a accompagnée, aidera le lecteur à en faire la comparaison avec les autres méthodes que je vais faire connaître.

Bure d'airage selon la méthode Liégeoise.

„ 556. BURE ou puits que l'on approfondit en même tems que le grand
 „ bure, & qui est destiné à la circulation de l'air dans tous les ouvrages
 „ souterrains. Il est assis depuis 6 jusqu'à 30 toises de distance de ce grand
 „ bure, sur l'alignement du côté long du puits, & dans la partie supérieure
 „ des couches. On lui donne d'abord la forme ronde, ensuite longue
 „ de 4 pieds, sur 3 de largeur. Ce petit bure s'approfondit en perpendi-
 „ culaire dans la première ou même dans la seconde veine de charbon : alors
 „ on le poursuit dans cette veine, ce qui lui fait rejoindre le principal bure
 „ dans une direction oblique : on le continue ensuite le long du grand
 „ bure, dont il est séparé par un petit mur maçonné en brique, qui empêche
 „ toute communication entre le petit & le grand bure. Quand ce mur
 „ est parvenu à la vue que l'on veut exploiter, on y fait une galerie d'en-
 „ viron 2 pieds de largeur, sur 10, 12, 15 toises de longueur. Cette ga-
 „ lerie n'est qu'un chemin d'airage, qui n'a de communication avec le
 „ grand bure, qu'après que l'air a circulé dans tous les ouvrages à l'aide
 „ des voies & des portes d'airage. „ La partie qui n'est ni la moins essen-
 „ tielle ni la moins remarquable dans ces bures d'airage à la Liégeoise, c'est
 „ le tuyau élevé sur la bouche du bure en forme de cône, jusqu'à la hauteur
 „ de 30, 40 à 60 pieds : ce qui augmente, comme le remarque M. Jars, la
 „ pesanteur de la colonne d'air, en proportion de la hauteur qu'on donne à
 „ cette espèce de cheminée.

557. LA circulation de l'air établie dans les galeries par cette cheteure, produit l'effet dont M. Franklin a eu l'idée ; cette cheteure rompt l'équilibre
 entre

entre les colonnes d'air, & est très-avantageuse pour l'hiver, ainsi que pour l'été; mais dans la saison du printemps & dans celle de l'automne, où l'air extérieur & l'air de la mine se trouvent être de la même température, la *cheteure* serait insuffisante : il n'y aurait aucun courant d'air, & il faudrait alors abandonner les ouvrages. Un brasier entretenu avec une certaine attention dans le bas de ce conduit de brique, en déterminant l'air extérieur à se porter dans les souterreins de la mine, raréfie l'air, corrige les exhalaisons, & établit par ce moyen une vraie circulation à la faveur de la distribution régulière des routes souterreines, des voies d'airage, &c. M. Jars loue cette industrie, & reconnaît le succès qui lui est propre pour faciliter la circulation de l'air; mais il pense " qu'il conviendrait de faire le petit bure totalement séparé du premier, c'est-à-dire, *aussi loin qu'il est possible*; la circulation, selon cet auteur, serait bien plus aisée à établir, & demanderait moins de conduits souterreins. Dans les endroits où l'on a deux puits, l'un plus élevé que l'autre, on pourrait se dispenser du puits d'airage. Il n'arrive point ici, comme dans les autres mines, que l'air entre par une ouverture ou par l'autre, suivant les saisons. En faisant toujours du feu dans le bas de la *cheteure*, l'air est plus dilaté, par conséquent plus léger : il doit toujours être poussé par la colonne opposée; mais *se on ne fait pas le feu plus fort en été qu'en hiver*, la circulation doit être plus difficile, „ suivant les principes établis dans le mémoire dont nous avons donné l'extrait. " Sur ce qu'il arrive encore de tems en tems des accidens, & qu'en 1766, que M. Jars était à Liege, l'air d'une mine vint à prendre feu, sans cependant qu'il y eût personne de blessé : cet écrivain desiré que les entrepreneurs s'occupent d'augmenter la circulation, & *de se régler suivant la saison*. On pourrait aussi, ajoute-t-il, avec grand avantage, faire usage des galeries d'écoulement, pour introduire beaucoup d'air dans les mines. Ces galeries étant trente, quarante, jusqu'à cinquante toises plus basses que l'embouchure du puits, on aurait une différence considérable dans la pesanteur de la colonne d'air. „

558. EN suivant M. Jars dans les quatre points sur lesquels portent ses remarques, auxquelles nous avons cherché à rendre le lecteur attentif, je ne fais trop si ces réflexions conservent toute leur force. 1°. Quant à l'éloignement auquel il conseille que ce bure d'airage soit du grand bure, la distance de trente toises qu'il remarque lui-même, n'est-elle pas totalement suffisante? 2°. Dans les endroits où l'on enfonce deux bures pour une même mine, le bure d'airage a-t-il lieu communément? Je ne le pense pas. 3°. Pour ce qui est de l'augmentation du feu, qu'il recommande avec raison, selon les saisons, on voit par ce que nous avons observé en parlant du *fer d'airage*, que l'expérience a appris aux houvillers Liégeois la manière différente d'en-

trétenir le feu dans ce grillage. 4°. Les entrepreneurs, en ne cessant d'élever la *cheteure* que lorsqu'ils voient qu'elle produit l'effet qu'ils cherchent, paraissent remplir les vues que leur présente M. Jars.

§ 59. Il n'est pas difficile de présumer que cette construction dispendieuse peut n'être pas nécessaire pour une soie de petit arthour; alors c'est le cas de recourir, ou à la petite hutte de M. Triewald, ou à d'autres moyens peu embarrassans, dont la bonté a été expérimentée dans quelques mines.

Tuyaux à air, canaux à vent ou porte-vents, nommés dans les mines métalliques, ventouses.

§ 60. Dès le tems d'Agricola, on traitait l'air des mines dans des principes aussi justes que nous le traitons aujourd'hui; on lui ménageait, par des conduits de bois, un écoulement assez bien raisonné. Les tuyaux que cet auteur, dans son traité *De re metallica*, a donnés pour cet usage, sont des especes de portes-vents de bois, placés de maniere qu'ils communiquent de l'extérieur de la mine à l'intérieur (a). Leur avantage est si décidé, qu'on les emploie encore de nos jours dans les mines. On verra dans ce qui va suivre, les différentes manieres dont on en tire parti dans différentes mines. Les *pitmans*, en Angleterre, qui travaillent à des mines sujettes au *dampfire*, ne manquent jamais de faire passer un courant d'air dans leurs souterreins, afin de prévenir cet accident; mais (b) cette précaution, au jugement de M. Jean de Beaumont, ne s'accorde pas avec ce que les ouvriers de ces charbonnières avançaient sur les mines les plus sujettes à s'enflammer.

§ 61. Quoi qu'il en soit, " lorsqu'on a fait un puits, il n'est pas nécessaire d'avoir de *soupiraux* jusqu'à ce qu'on soit venu à la mine. Les ouvriers, pour se procurer de l'air dans les mines d'étain de Cornouailles, (c) ont des boîtes d'orme bien fermées, d'environ six pouces dans œuvre, avec lesquelles ils portent l'air à vingt brasses de profondeur, où ils font, à peu de distance du puits, une tranchée qu'ils couvrent avec du

(a) Pour remplir le même objet vis-à-vis des ouvriers employés aux travaux de mines, soit dans les fouilles de charbon de terre, soit dans les sieges de place, un particulier (M. Desbarrieres) proposa en 1723, un porte-vent de cuivre : voyez l'Histoire des machines approuvées par l'Académie des sciences, tome V, page 120. L'historien juge cette différence profitable dans certaines occasions.

(b) Lettre de M. Jean de Beaumont, sur les vapeurs enflammées des mines, contenant entr'autres choses des réponses aux questions que M. Boyle avait faites à M. Jusöp, sur les mines. Collection philosophique de Robert Hook. L'auteur ajoute qu'il serait intéressant de rechercher la cause de cette contradiction entre le témoignage & la pratique des ouvriers.

(c) *Transact. philos.* ann. 1668, n. 39.

„ gazon & des fascines, de maniere qu'on peut y adapter un tuyau que
 „ l'on fait entrer de côté dans le puits, à quatre pieds du sommet. Quand ils
 „ sont parvenus à la mine, & qu'ils ont besoin d'un soubirail, ils en cren-
 „ sent un à quatre ou cinq brasses du puits, & lui donnent une largeur con-
 „ venable, & la même forme qu'au puits d'extraction & d'airage. „

§62. A Schemnitz, en creusant les fosses de Léopold, qui ont 150 brasses de profondeur, voici comment on s'y prit pour n'être pas incommodé par les vapeurs. Au côté du puits ou soubirail, on fixa un tuyau du haut en bas; on fit entrer de force une planche large qui touchait de toute part les côtés du puits, excepté à l'endroit où était ce tuyau: on fit sortir tout l'air de la fosse par ce conduit, ce qu'on fut obligé de répéter plusieurs fois.

§63. LES vieux travaux de la couche supérieure de la mine de Workington, à environ huit milles de Wittehaven, sont aérés de cette maniere, par le moyen d'un conduit ou tuyau dont l'embouchure n'a pas plus d'un pouce & demi (a). Le *damp* qui y brûle continuellement, est en si grande abondance, qu'on le voit jaillir en flamme au-dessus de l'ouverture du tuyau, d'environ un pied de hauteur. Feu M. Jars y a allumé une chandelle, en la présentant au moins à six pouces au-dessus; on l'éteint aisément avec un coup de chapeau; & si l'on porte ensuite le doigt dans l'embouchure, on sent un air frais qui en sort.

§64. AU-DESSUS des mines de Wittehaven, il y a eu pendant quelques tems un tuyau pareil à celui adapté dans la mine de Workington. Le directeur avait eu un projet fort singulier pour tirer parti de la flamme qui sortait: il avait proposé aux magistrats de conduire de la mine, dans chaque rue de la ville, plusieurs tuyaux pour éclairer pendant la nuit. On doit au moins conclure de cette imagination, que la quantité de cette matière contenue dans la mine, était bien considérable. Lorsque M. Jars visita les ouvrages de Wittehaven, ils étaient très-commodes pour y procurer naturellement un renouvellement d'air, y ayant des puits dont les embouchures étaient beaucoup plus élevées les unes que les autres (b).

(a) Les ouvertures de cette mine sont presque au même niveau.

(b) L'exploitation de cette mine est d'une très-grande étendue; les travaux sont ouverts dans le trajet d'un mille & demi, ou d'une demi-lieue de France, toujours en suivant la pente de la couche, c'est-à-dire, en angle droit à la direction. Cette remarque de M. Jars est entièrement conforme à ce que rapporte M. Franklin, qui a aussi visité

cette mine en 1758. Il parvint, en suivant la veine & descendant peu à peu vers la mer, jusqu'au-dessous de l'Océan, où le niveau de sa surface était à plus de 800 brasses au-dessus de sa tête. Les mineurs lui affirmèrent que leurs travaux souterrains s'avancèrent jusqu'à quelques milles au-delà, en descendant toujours par degrés au-dessous de la mer.

§65. LORSQU'IL est question de percer transversalement des galeries pour arriver à d'autres veines, M. Triewald insiste avec raison sur le renouvellement de l'air par le moyen de ces mêmes tuyaux, auxquels, à l'exemple d'Agricola, il adapte une *trémie* en forme d'entonnoir (a). Nous allons suivre M. Triewald dans la description qu'il donne de la construction de ces tuyaux. (b)

„ §66. LE moyen le plus usité, lorsqu'il faut faire des puits aussi étroits
 „ que l'exigent les charbons, & dont les ouvriers se servent jusqu'à ce qu'ils
 „ arrivent au charbon, & qu'ils atteignent une communication avec quel-
 „ ques autres puits, consiste dans ce qui suit. On fabrique des conduits
 „ avec quatre planches, dont deux sont rendues exactement quarrées sur la
 „ bordure (*troumma*, conduit d'air pour les orgues), & joints ensemble;
 „ les deux autres planches reçoivent seulement un coup de rabot sur l'un
 „ des côtés des extrémités : ensuite on les gaudronne à l'endroit où ils
 „ doivent être joints, ou bien on met de gros papier entre, en les clouant
 „ ensemble, de manière qu'elles soient en état de résister à l'air : on rend
 „ pointue chaque extrémité de ces conduits, avant que de les clouer en-
 „ semble, de la grandeur de deux pouces, à l'une des extrémités du côté
 „ extérieur, & deux pouces à l'autre bout du côté intérieur; de façon
 „ qu'on puisse, en les joignant, faire une continuité de ces tuyaux aussi
 „ longue qu'on le souhaite. Quelques-uns ont coutume de coller sur ces
 „ joints des lambeaux de parchemin, comme les facteurs d'orgues font à
 „ leurs tuyaux à vent. Lorsque le puits est avancé de quelques brasses, & que
 „ les ouvriers s'aperçoivent qu'il commence à y faire chaud, ou qu'ils ont
 „ de la peine à respirer, ils posent un de ces tuyaux dans un coin du puits,
 „ & l'y affermissent dans les *klyst* d'ardoise, ou dans quelque couche de
 „ charbon qu'ils rencontrent; ensuite ils ajoutent un second tuyau, & le
 „ prolongent jusqu'à ce que le conduit soit élevé d'une brassée ou deux au-
 „ dessus de l'ouverture du puits : alors ils font avec une ouverture ronde de
 „ quatre pieds de diamètre, une base, sur laquelle ils posent horizontale-
 „ ment une boîte en entonnoir, avec un petit tuyau de fer-blanc ajusté dans
 „ ce trou, & qui sert uniquement à ce que cette trémie puisse commodé-
 „ ment être tournée contre le vent & le recevoir.

§67. M. Jars fait remarquer à l'égard de ces tuyaux, lorsqu'on en pratique dans les mines, qu'on doit avoir attention de leur donner le plus de

(a) *Trémie*, vaisseau de bois en forme de pyramide renversée, ou espèce de cage en boîte, large & ouverte par le haut, étroite par le bas; ce qui lui a fait donner par les auteurs latins le nom d'*infundibulum*.

(b) Voyez le mémoire intitulé : *Description de tous les moyens de se procurer un bon & suffisant changement d'air dans les mines de charbon de terre*, tome 1, ann. 1740, page 444.

capacité qu'il sera possible. La raison qu'il en donne, est que plus on augmentera la surface de la base de l'air, plus la colonne de l'atmosphère acquerra de pesanteur. Cela est d'autant plus nécessaire, selon cet auteur, que les tuyaux de conduite pour l'air auront plus de longueur, & que l'air éprouve en conséquence le long des parois de ces conduits un plus grand frottement qui peut être porté au point de détruire ou d'abсорber entièrement l'effort de la colonne de l'atmosphère; & comme il est dans l'année des tems où l'air extérieur est presque en équilibre avec l'air intérieur, il s'ensuit que la différence ne peut être sensible qu'autant que la colonne de l'atmosphère est plus pesante, ou par son volume, ou par sa densité.

§68. DANS le cas où l'on veut éviter l'enfoncement d'un bare d'airage pour chasser une galerie au travers d'une faille, M. Triewald dispose d'une manière particulière les conduits d'airage en planches, décrits précédemment. " J'ai pris, dit ce savant, page 112 du même mémoire, de ces conduits „ de planches quarrées; je les ai fait placer horizontalement à terre dans „ les galeries depuis l'endroit où j'ai remarqué que le changement d'air „ était bon, jusqu'à l'endroit où l'on travaillait: il en a résulté une très- „ bonne circulation d'air; la force du vent a même été telle aux deux ex- „ trémités de ces conduits, que lorsque je tins une chandelle allumée, par „ exemple en A, fig. 9, pl. XXXIII, à la distance de quatre pouces du „ tuyau, le tirement du vent l'éteignit, & qu'à l'autre extrémité B il soufla „ la lumière à la distance de six pouces. Néanmoins j'ai observé que cet expé- „ dient ne réussissait pas toujours également, & que la différence de réussite avait „ quelque rapport avec le tems qu'il faisait en-haut; cela était sur-tout fort peu „ sensible lorsqu'il faisait un tems mou, chaud & lourd: alors on ne s'aper- „ cevait de presque aucune circulation, & il fallait cesser l'ouvrage. Mais tout cela „ n'est plus arrivé depuis que j'ai fait usage du feu pour obtenir un change- „ ment d'air. „

Machines à air, machine pneumatique, machine spiritale; G. Gezeige, so wetter bringen.

§69. Sous ce nom l'on doit comprendre indistinctement toutes les machines qui s'établissent sur la bouche des puits de mines pour le renouvellement de l'air souterrain, soit qu'elles agissent par le secours de l'air extérieur, soit qu'elles soient mises en action d'autres manières. Ainsi les *harnaz* ou *moulins à vent*, les *soufflets* en usage dans quelques mines, les *fourneaux à feu*, &c en général toutes les machines comprises sous le nom de *ventilateurs*, sont des machines à air. Celles par le moyen desquelles on transporte dans un puits de mine une partie de l'atmosphère extérieure, ont

du se présenter les premières à l'idée des ouvriers de mines : ce sera par elles que nous commencerons.

Des machines à air, mues par l'air extérieur seul, ou par l'air extérieur aidé de quelque autre puissance.

570. AGRICOLA (a) décrit trois espèces de ces machines : elles ne diffèrent que par la configuration de la pièce à laquelle on pourrait donner le nom de *réceptif*, qui est destinée à prendre l'air extérieur au-dessus de l'œil du bure, & à lui donner sa détermination dans cette ouverture par des tuyaux à air, & de là dans les souterrains. La plate-forme de fondation, sur laquelle la machine s'assied, est la même pour toutes les trois : elle est traversée dans sa longueur & dans sa largeur, d'entre-toises qui séparent l'ouverture superficielle du bure en quatre parties, de manière que ce *chassis* de rebord (b) forme quatre ouvertures ; c'est sur ces entre-toises, qui barrent l'œil du bure en forme de croix, que portent les machines à air.

571. LA première espèce qui attire ou ramène l'air du fond du puits, se divise en trois autres. La première consiste en quatre espèces de panneaux élevés d'à-plomb sur la longueur de chaque entre-toise, de manière qu'étant alternativement unis les uns aux autres par les rebords de leur montant, elles présentent au vent, de quelque côté qu'il souffle, quatre cavités angulaires, dans lesquelles il est arrêté. Pour que l'air qui s'élève en haut, ne résiste pas & puisse retourner en arrière, les panneaux sont quelquefois couverts dans le haut d'un chapeau figuré en rond, d'où nécessairement le vent entre dans le puits par quatre ouvertures. Dans les endroits où cette machine peut s'établir de manière que le vent arrive par la partie d'en-haut, elle n'est pas terminée par cette couverture. La seconde espèce de ce genre introduit l'air dans le puits par un canal prolongé en longueur ; elle est formée de quatre planches jointes ensemble, & enduites dans les joints de terre grasse. De cet assemblage il résulte un tuyau quarré, qui tantôt est prolongé hors du puits, & tantôt ne sort pas de l'œil du bure. Dans le pre-

(a) *De re metallica*, lib. VI.

(b) Il y a peu d'arts, & même assez peu de machines considérables, où il ne se rencontre des chassis ou des parties qui en font la fonction sous un autre nom. *Chassis* se dit, en mécanique & dans les arts, généralement de tout assemblage de fer ou de bois quarré, destiné à environner & à

contenir un corps. Le chassis prend souvent un autre nom, selon le corps qui le contient, selon la machine dont il fait partie, & relativement à une infinité d'autres circonstances : on verra à l'article des machines hydrauliques ce que c'est que la pièce à laquelle on donne le nom de *chassis*.

mier cas cette extrémité, *pl. XXXII, fig. 4*, présente à l'air une espèce de *trémie* à quatre faces, de trois à quatre pieds de hauteur, plus large & plus ouverte que le reste du conduit, afin que le vent puisse s'y engager plus aisément. Si le tuyau ne sort pas du puits, il conserve la même largeur à cette extrémité qui vient se terminer au jour, *fig. 3*; mais du côté d'où vient le vent, on attache des panneaux qui lui présentent un arrêt, & qui le portent dans le tuyau. Dans la troisième machine, ce que j'appelle *réceptacle de l'air* est une caisse mobile, figurée en tonneau, de la hauteur de quatre pieds, & large de trois, fixée sur le tuyau supérieur de la manière qu'on le dira tout-à-l'heure : elle est bien cerclée de cerceaux en-haut & en-bas, comme une vraie barrique; de sa partie supérieure débordent une grande girouette aussi en bois, qui a plus de battant que de guindant, c'est-à-dire, de longueur que de largeur, & dont la queue ou le pivot est disposé horizontalement, comme celle qui se voit au haut de la chéteure de la petite machine à charbon de Newcastle. Cette girouette n'est pas mobile; dans un des ais de la barrique on ménage une ouverture quarrée, destinée à donner entrée au vent, & à le conduire dans le puits par un ou plusieurs tuyaux allongés. La partie supérieure du tuyau est assujettie du côté de cette ouverture dans une ouverture circulaire pratiquée au fond du tonneau, de manière que ce barril puisse jouer en tournant. Dans la partie où le tuyau tient au tonneau, est placé un petit effieu qui, en passant à peu près par le milieu du barril, se termine à un tron de la partie supérieure, qui en est comme le couvercle. Au moyen de cette construction, & de la girouette poussée par le vent, le barril, au moindre souffle d'air, tourne autour de l'effieu immobile & du tuyau. Le vent, de quelque côté qu'il vienne, frappe sur la girouette, qui est poussée droit vers la partie qui lui est opposée : de cette manière la barrique ou caisse tourne sa bouche du côté du vent même, qui, en y entrant, est porté du tuyau ou des tuyaux dans le puits.

572. Les autres machines d'airage, décrites par Agricola, & qui sont accompagnées de figures, consistent dans les suivantes : un *hernaz* ou *moulin à vent*, un *treuil* courbé dans sa longueur & dans cette même direction de volans (a) ou d'éventails diversement figurés; une *grande roue* creuse qui agit à bras d'hommes, ou par une simple manivelle, ou par un levier à quatre rayons, & qui, en tournant, reçoit dans des ouvertures pratiquées à dessein, l'air extérieur, afin de le conduire dans un tuyau prolongé dans le puits. Les deux premiers moyens n'étant de service que lorsqu'il fait du

(a) Pièces ainsi nommées dans les moulins à vent, qui sont attachées, en forme de croix, à l'arbre du tournant, & qui sont

en-dehors de la cage du moulin; c'est ce qu'on appelle aussi *volets* & *ailes* du moulin.

vent, ne font plus guere d'usage que pour faire agir des corps de pompes à eau. Nous en dirons un mot.

573. LE second moyen, le plus embarrassant, n'est, ainsi que les autres, nullement comparable avec tout ce qui se pratique de nos jours; la connaissance abrégée que je viens d'en donner, a uniquement pour but de faire appercevoir les rapports que ces machines ont en général avec plusieurs inventions modernes. Quelque grossièrement que soient imaginées toutes celles dont on se servait anciennement dans les mines, il n'est pas difficile de reconnaître que la machine de M. Triewald, le soufflet continu de M. Ragnu, la roue à soufflet de M. Desaguliers, sont construits sur les mêmes principes. Nous terminerons cette énumération des machines à air, dont l'effet dépend uniquement de l'air extérieur, par l'invention de M. Triewald: nous passerons ensuite aux différentes espèces de soufflets & aux fourneaux à feu.

574. POUR apprécier convenablement l'application ingénieuse que M. Triewald a faite des réciens à air, élevés au-dessous de la bouche des puits de mines, on doit se rappeler ce qui a été dit de la marche particulière des charbons de terre. Il est évident que, si l'on enfonce deux puits sur une même veine, (cette veine serait-elle une platteure des plus régulières) il est rare, on peut dire impossible, que ces deux puits, placés à une grande distance l'un de l'autre, soient l'un & l'autre d'une profondeur égale. Alors, soit à raison de la nature du charbon, soit à raison de la manière dont la mine est percée & divisée en galeries, les exhalaïsons demandent que l'on se procure un changement d'air très-fort: pour cela M. Triewald procède sur l'œil du bure à une construction qui augmente la profondeur du puits, & qui arrête dans son enceinte le vent extérieur. Voici la description qu'il en donne. (a)

Hutte ou baraque à air, de l'invention de M. Triewald.

575. " SUR la bouche du puits, *pl. XXIV, fig. 4, part. II*, je fais élever
 „ une cage quarrée, construite en charpente, & élevée à la hauteur de
 „ quelques brasses, proportionnellement à la largeur du puits; les joints des
 „ madriers sont garnis soigneusement avec de la mousse, & même toute
 „ la charpente est enduite au-dehors de bauge ou glaïse bleue; ensuite, pen-
 „ dant qu'on ne tirait rien du bure, j'ai fait adapter à l'embouchure exté-
 „ rieure de cette cage une couverture de planches très-minces, semblable
 „ à un *chapeau* de moulin, c'est-à-dire, disposées en forme de cône tronqué.
 „ Ce cône était ouvert en A du côté du puits, & en B dans la partie élevée,

(a) Mémoires de l'académie de Stockholm, ann. 1740, tome I, sect. 9 & 10.

» de

„ de maniere que ce chapiteau était ouvert dans environ le quart de son
 „ total. Afin de pouvoir le tourner avec facilité contre le vent, & de don-
 „ ner à l'air qui y serait reçu, une direction dans le puits, je fis faire une
 „ croix de poutres, retenue par les quatre côtés de la charpente du puits :
 „ au milieu de cette croix était élevée une perche, laquelle ressortant en-
 „ dehors par la partie supérieure du cône ou chapiteau B, tournant libre-
 „ ment dans une entaille, servait de pivot à une girouette qui marquait le
 „ vent. „

Des soufflets simples.

§76. AGRICOLA décrit aussi la construction de grands soufflets sembla-
 bles à ceux des forges, & avec lesquels on conduit l'air dans les mines par
 des hommes ou des chevaux, ou un courant d'eau (a). Par l'effet sensible
 de cet instrument sur l'air ou le vent, qu'il attire d'abord & qu'il comprime
 ensuite pour le renvoyer avec précipitation par une ouverture étroite, ce
 moyen semble avoir dû être un des premiers qui se soit présenté à l'idée des
 ouvriers de mines ; mais ces soufflets sont difficiles à mettre en jeu.

§77. En Hongrie, dans les mines de cuivre de Herngründt, où il y a
 des boyaux de 500 brasses de longueur, on emploie, pour faire le tems,
 c'est-à-dire, pour aider la circulation de l'air, une grande paire de soufflets,
 que l'on fait agir continuellement pendant plusieurs jours ; mais le plus or-
 dinairement on se sert d'un grand tuyau qui conduit l'air, & qui met les
 ouvriers en état de chasser les ouvrages sans éprouver de difficulté de res-
 pirer. On met aussi de ces tuyaux sur toutes les portes & sur toutes les rou-
 tes où l'on creuse en droite ligne dans une grande longueur, & où il n'y a
 point de passages de traversé.

§78. Dans la mine de Château-Lambert, en Franche-Comté (b),
 M. de Genfannes employa d'abord un grand soufflet qui, par le moyen d'un
 tuyau régnant dans toute la longueur, portait l'air frais & extérieur au mi-
 neur, dans le goût du ventilateur de M. Hales, dont nous parlerons tout-
 à l'heure : mais ce moyen, après avoir d'abord réussi en apparence, devint
 tout au moins inutile quelque tems après ; l'air de la mine s'épaissit davan-
 tage ; il n'était plus possible d'y tenir de la lumière, ce qui forçait d'aban-
 donner les ouvrages. Il prit de là l'idée dont il a été fait mention plus haut,
 & fit construire une espèce de soufflet qui, au lieu de refouler l'air comme
 le faisait le premier, faisait au contraire l'effet d'une pompe aspirante. A me-
 sure qu'il aspirait le mauvais air du fond par le moyen du tuyau qu'il avait
 adapté, le poids de l'atmosphère en introduisait un nouveau par le perce-

(a) *De re metallica*, lib. VI, pag. 166, 167.

(b) Il faut observer que cette mine a un *percement*, c'est-à-dire, une *galerie de pied*.

ment; enforte qu'en moins de vingt-quatre heures l'air fut aussi sain dans le fond de la mine qu'il l'était au-dehors, & que depuis il s'est maintenu tel.

Réflexions sur les moyens précédens.

§79. LA plupart de ce que nous avons appelé *machines à air*, ont, pour rafraichir les souterrains, besoin du vent; de manière que dans les tems de chaleur & de calme, où précisément l'air des mines est stagnant & mal-sain, on se trouve dépourvu de secours. L'usage des soufflets pour l'airage des mines, n'est pas non plus sans inconvénient; le docteur Désaguliers l'a très-bien observé (a). Outre qu'ils sont difficiles à mettre en jeu, & qu'ils exigent la force de plusieurs hommes pour produire leur effet, ils ne sauraient avoir l'avantage de devenir tantôt foulans, tantôt aspirans: ils sont même plus chers. Le docteur Etienne Hales s'est occupé avec succès de corriger ces défauts dans des soufflets qui chassent l'air en se haussant & en se baissant, ce que ne font pas les autres. En 1772, le docteur Désaguliers a perfectionné l'opération de M. Hales, ou plutôt publié sa propre découverte, qui avant ce moment n'était pas tout-à-fait inconnue de M. Hales. Nous allons essayer de donner une idée de ces deux machines.

Des soufflets nommés ventilateurs.

§80. PARMI les différens moyens de renouveler l'air dans les endroits où ce renouvellement est nécessaire, la machine connue sous le nom de *ventilateur*, en usage dans quelques mines de la Grande-Bretagne, est une des inventions les plus remarquables. Le *ventilateur*, ainsi appelé, n'est autre chose qu'un assemblage particulier de soufflets, dont l'effet est de renouveler l'air d'un endroit enfermé, soit en y introduisant d'une manière insensible un air nouveau, soit en pompant celui qu'on veut ôter, & qui est aussi-tôt remplacé par l'air extérieur.

Machine, roue à soufflets, roue centrifuge du docteur Etienne Hales.

§81. LES soufflets qui la composent, au nombre de deux, sont de figure carrée & en planches; ils n'ont point de panneaux mobiles comme les soufflets ordinaires, mais seulement une cloison transversale, que l'auteur appelle *diaphragme* (b), attachée d'un côté par des charnières au milieu de la

(a) *Cours de physique expérimentale*, tome II, page 473.

(b) L'expression est reçue en mécha-

nique pour exprimer dans une machine toute séparation dirigée d'un côté à un autre dans une situation horizontale.

boîte, à distance égale des deux fonds ou panneaux, & mobile de l'autre, au moyen d'une verge de fer vissée au diaphragme : cette verge est attachée à un levier dont le milieu porte sur un pivot, de manière que lorsqu'un des panneaux baisse, l'autre hausse, & ainsi alternativement. A chaque soufflet, il y a quatre soupapes tellement disposées, que deux s'ouvrent en-dedans, deux en-dehors ; deux donnent entrée à l'air, & deux sont destinées à la sortie. Il est aisé de concevoir que celles qui donnent entrée à l'air s'ouvrent en-dedans, & les autres en-dehors. La partie de chaque soufflet où se trouvent des soupapes qui servent à la sortie de l'air, est enfermée dans une espèce de coffre placé au-devant des soufflets, vis-à-vis l'endroit où les endroits où l'on veut introduire l'air nouveau. L'arrangement de ces soufflets, & la construction totale du ventilateur, forment un détail qui fait le sujet d'un livre curieux (a). Nous nous bornerons à relever ici ce qui a rapport à l'introduction de l'air nouveau dans le coffre. Elle se fait par le moyen de tuyaux de bois de sapin, formés en quarré, ayant dix pouces de large en-dedans ; ces conduits, qui s'adaptent en coffre, sont de plusieurs pièces susceptibles de se démonter & de se joindre les unes aux autres en aussi grand nombre qu'on peut le désirer. Cette commodité, qui les rend portatifs, donne un grand avantage à la machine, qui en a déjà un très-considérable, celui de pouvoir en une minute décharger du fond de la mine, à l'aide d'un homme seul, environ treize pieds cylindriques ou dix pieds cubiques de vapeurs. Cette machine, dont l'action git dans l'effet de donner plus de vitesse à une espèce d'air, pour le substituer à une autre espèce, a été aussi l'objet des recherches de M. Délaguliers, que nous allons faire connaître, sans entrer dans le détail de sa construction.

Soufflets ventilateurs du docteur Délaguliers.

§82. Ces soufflets, semblables à certains égards à ceux employés en Hesse par Papin, en diffèrent cependant beaucoup. La description en a d'abord été publiée dans les *Transactions philosophiques* de l'année 1727, n. 400. (b) L'auteur l'a ensuite insérée dans son *Cours de physique expérimentale*. (c)

(a) *Description du ventilateur, par le moyen duquel on peut renouveler facilement, & en grande quantité l'air des mines.* Cet ouvrage a été traduit en français par M. Desmours, dans l'intention de faire renouveler l'air des prisons, des hôpitaux, des maisons de force & des vaisseaux. Paris, 1744.

(b) Expérience faite en présence de la société royale, pour montrer de quelle façon on peut tirer des mines les vapeurs & l'air corrompu, par le moyen d'une machine de l'invention du D. Délaguliers.

(c) *Détail des expériences faites pour tirer des mines les vapeurs & l'air corrompu*, tome II, page 471.

G g ij

La machine consiste en trois *cranks*, (a) faisant mouvoir trois pompes foulantes & aspirantes, qui tirent & forcent l'air par le moyen de trois régulateurs, & qui sont alternativement destinés à pousser l'air dans un endroit, ou à l'en retirer à travers un tuyau.

§83. COMME les vapeurs sont spécifiquement plus légères que l'air commun, on peut les chasser hors de la mine ; ou si elles sont plus pesantes, on peut les en pomper par l'opération de cette machine, qui est arrangée de façon à pouvoir être variée pour cet effet. Son exécution est telle, que l'on peut changer dans une seule minute tout l'air contenu dans un espace de huit pieds cubes, & qu'un cheval fait quatre fois plus d'ouvrage qu'un homme. Il se rencontre cependant des propriétaires de mines, qui sont opposés à son usage. Au surplus, il a beaucoup perdu depuis la ressource industrielle dont je vais parler.

Du feu appliqué à l'embouchure des mines, pour y renouveler l'air des ouvrages souterrains.

§84. DE tous les moyens connus aujourd'hui pour purifier l'air, l'observation & l'expérience ont démontré qu'il n'en est pas de plus efficace que le feu. La propriété qu'on lui connaît incontestablement, de raréfier (b) dans une très-grande latitude, d'occasionner même une sorte de destruction de l'air, est de nature à pouvoir être appliquée utilement à beaucoup d'usages. Les bouilleurs Liégeois, à la faveur d'une longue & ancienne pratique, réussissent, par la manière dont ils portent & dont ils gouvernent le feu dans leur bure d'airage, à renouveler l'air de leurs mines.

§85. M. des Androuins allumait tout simplement du feu de distance en distance dans ses ouvrages souterrains, pour remédier au défaut d'air, &c. Les chymistes étaient les seuls artistes qui, dans leurs laboratoires, mettaient habituellement à profit la propriété du feu sur l'air ambiant. Leurs fourneaux, dans lesquels ils enferment des matières embrasées, pour obliger le feu d'agir différemment sur différentes substances, ont certainement donné naissance à quantité d'idées heureuses. Des découvertes de conséquence sur un élément qui ne peut se définir, ont suffisamment éclairé les physiciens modernes pour les rendre entreprenans. Il s'en est trouvé d'assez ingénieux pour ne pas hésiter à appliquer le feu, comme instrument, à des opérations

(a) On entend en général par ce mot l'assemblage de plusieurs pièces de fer, en anglais *crank*, qui concourent ensemble à ouvrir & à fermer alternativement les orifices d'impulsion & de suite.

(b) C'est - à - dire, étendre dans un plus grand espace les parties qui composent un corps, en diminuer ou en faire cesser l'union & la cohérence.

importantes, ou par la force qu'elles exigent, ou par leur destination. On voit un exemple du premier dans la machine, autrement appelée *pompe à feu*, que nous allons bientôt examiner dans tous ses développemens. La machine qui suit, est un exemple non moins remarquable, dans une opération très-délicate, des ressources que l'art a su tirer du feu & de l'expansibilité de l'air, pour vaincre en quelque sorte la nature.

Du fourneau ventilateur de M. Sutton, nommé en Ecosse lampe à feu.

§ 86. CETTE invention, dans laquelle on retrouve en petit la méthode des houilleurs Liégeois dans leurs bures d'airage, a été exécutée à Londres, & a valu une récompense à M. Sutton. Elle consiste dans un fourneau représenté en perspective sur l'ouverture d'un puits de mine, *fig. 2, pl. XXXIV*, où l'on voit aussi, *fig. 3*, la coupe du même fourneau & des souterreins. L'auteur, qui en fait le sujet d'un livre (a), veut qu'au fond de l'âtre du fourneau l'on adapte un tuyau qui, divisé en branches, communique dans les endroits dont on veut purifier l'air, la chaleur dilatant l'air qui l'environne. Celui qui passe par les tuyaux, vient prendre continuellement sa place, & est lui-même remplacé par celui de dehors. Au moyen de cette construction simple & peu coûteuse, on réussit à établir jusqu'aux extrémités les plus reculées d'une mine, un courant d'air très-rapide, capable non-seulement de fournir à la libre respiration des ouvriers, mais encore d'entraîner ou d'absorber les vapeurs pernicieuses à mesure qu'elles se forment.

§ 87. UN des avantages que l'on doit remarquer à cette machine, outre sa simplicité & son prix modique, c'est de produire toujours un effet égal, quelque tems qu'il fasse; ce qui manque dans la plupart des moyens mécaniques: aussi ce fourneau est-il adopté dans beaucoup de pays pour l'airage des mines. Celui de Liffry n'est qu'une application du fourneau ventilateur de M. Sutton, dont on pourrait, avec quelques légers changemens, tirer parti dans tous les endroits où l'on voudrait renouveler l'air, comme dans les salles d'hôpitaux, de spectacles, &c. On en fait usage dans le nord de l'Ecosse, où on l'appelle *lampe à feu*: il est aussi employé dans beaucoup de mines des environs de Newcastle, où les galeries ont généralement beaucoup plus d'étendue que dans beaucoup d'autres pays; & l'on y est persuadé que par ce moyen l'on a beaucoup diminué les dangers de la vapeur fulminante. Il est cependant à observer qu'il n'est pas usité dans tous les puits de mines de ce quartier: cela suppose quelques raisons particulières; elles ne peuvent être bien connues que par les propriétaires de ces mines, & il

(a) *Nouvelle manière de renouveler l'air des vaisseaux.*

serait intéressant de les approfondir. (a)

588. M. Lehmann faisait cas de cette invention. Nous empruntons de son ouvrage la description suivante. A côté de l'ouverture d'un puits, on élève un fourneau de brique A, *fig. 3, pl. XXXIV*, dont le cendrier est B, & le foyer en C; le tuyau D D passé par le foyer du fourneau; ce tuyau sera de tôle ou de fer de fonte dans la partie qui approchera du feu; & les parties D E & E F qui descendent dans les souterreins, pourront être de bois ou de planches assemblées, dont les jointures seront bouchées avec la plus grande exactitude, soit avec de la colle-forte, soit avec des bandes de parchemin. Ces tuyaux seront prolongés à proportion de la profondeur des mines, en ajustant plusieurs tuyaux les uns au bout des autres. On pourra pareillement leur faire faire autant de coudes & de détours qu'on voudra, pourvu qu'on ait grand soin de bien boucher les jointures. Il est à propos que l'extrémité F du tuyau qui est sous terre, soit faite en entonnoir, afin que l'air y entre plus fortement. Lorsque la machine sera ainsi établie, on allumera du feu dans le foyer C du fourneau; quand il sera bien allumé, on fermera la porte du foyer C, & celle du cendrier B: alors le feu attirera fortement l'air des souterreins, qui entrera par F dans le tuyau; & il ira s'échapper par la cheminée G du fourneau. Plus le tuyau de cette cheminée sera élevé, plus l'air des souterreins sera vivement attiré par le feu; l'air extérieur, en tombant par le puits H, remplacera celui que la machine aura pompé.

Exécution du fourneau ventilateur de M. Sutton, dans la mine du sieur Richard Ridley, appelée Biker, à quelques lieues de Newcastle, par M. Triewald; & remarques du constructeur à ce sujet.

589. M. Triewald ayant d'abord réussi, en fouillant le puits de cette mine, à se procurer un bon changement d'air avec le tuyau à air terminé en entonnoir, s'aperçut, lorsqu'on eut atteint une profondeur de quarante brasses, que ce moyen ne produisait plus d'effet. Il prit le parti d'établir le fourneau ventilateur. Afin de suivre M. Triewald dans la manière dont il procéda, il est nécessaire de recourir à la *figure 1 de la planche XXXV*, qui achèvera de donner l'idée de la construction de cette machine, & de la force qu'elle a. A est la cheminée du fourneau. B, le cendrier. C C C, le tuyau quarré de bois. D, le puits. E, la machine à chevaux pour enlever les charbons. F, la porte du fourneau, de trois à quatre pouces au-dessous

(a) On doit observer que dans l'intérieur de l'Angleterre, où les vents sont variables, il en est qui paraissent suivre cer-

taines heures, comme le vent d'ouest, qui est assez fréquent sur le soir, le vent du sud dans la nuit, & le vent du nord le matin.

de la grille, qu'il fallait fermer très-exactement quand le feu avait commencé à brûler.

590. M. Triewald commença par ôter la trémie & toute la partie du tuyau qui sortait hors du puits. Présument en même tems qu'on placerait sur ce puits une machine à chevaux, il fit faire un fossé, dans lequel le tuyau pourrait être couché horizontalement, sans barricauder le chemin du cheval (a). " L'extrémité de cette rigole à l'œil du bure, fut incontinent
 „ jointe au tuyau qui descendait perpendiculairement dans le puits; l'autre
 „ bout fut muré en C, dans le cendrier du fourneau, que l'on construisait
 „ en tuile à une bonne distance du puits. Dans le fourneau, au-dessus du cendrier, je fis poser un grillage de fer, dont les barreaux ne pouvaient laisser
 „ passer que la cendre, & non le charbon. Tout disposé comme on le voit, le
 „ feu étant bien allumé dans le fourneau, je fis murer la porte du cendrier,
 „ & toute communication de l'air avec le feu (excepté de l'air qui venait
 „ par le tuyau bien garni de terre grasse) fut interceptée. Dans l'espace
 „ d'une demi-heure l'air mauvais qui remplissait le puits, se trouva dissipé :
 „ le changement d'air fut si prompt & si fort, qu'en présentant une chan-
 „ delle au bas du puits, à l'extrémité du tuyau, à la distance d'un pied, elle
 „ était éteinte; car dès que l'air du tuyau se consumait par le feu du four-
 „ neau, une nouvelle colonne d'air descendait naturellement dans le puits,
 „ entraînait dans le tuyau, & passait par son canal dans le feu du fourneau. Depuis
 „ ce moment on a employé cet expédient pendant trois mois, en entretenant
 „ continuellement le feu du fourneau; avec cette différence que, lorsqu'il
 „ fallait ouvrir le cendrier pour le nettoyer, le fourneau tirait si fort, que
 „ l'on pouvait y fondre, dans un très-court espace de tems, de très-grandes
 „ pieces de fer battu & fondu. Je ne dois pas oublier d'avertir que dans les
 „ premiers vingt-quatre heures, cette exécution exigea une correction.
 „ Quoique le tuyau n'entrât que de 2 à 3 pouces dans le mur du cendrier, il
 „ fut brûlé, le feu y ayant pris par quelques petits charbons qui avaient
 „ passé par la grille; j'y substituai pour lors un vieux cylindre de fer, de 9
 „ pouces de diamètre; & comme il avait 9 pieds de longueur, son extrémité,
 „ qui fut jointe au tuyau de bois, ne put jamais s'échauffer assez pour s'en-
 „ flammer & se brûler; mais l'effet du changement d'air en devint encore
 „ plus fort. „

Réflexions générales sur les différentes manières d'établir la circulation de l'air dans les mines, & sur ce qu'il y aurait à faire pour les porter au degré de perfection dont elles peuvent être susceptibles.

591. TOUT ce que nous avons pu recueillir dans notre ouvrage de faits

(a) Cette tranchée est marquée dans la figure avec des points.

& de dire, même opposés entr'eux, sur les vapeurs ordinaires dans les mines, établit évidemment des différences dans ces vapeurs ; du moins à en juger par les effets très-diversifiés. Les unes éteignent les lumières, les autres semblent dangereuses lorsqu'elles s'échauffent, sont toujours prêtes à s'enflammer, & s'enflamment réellement dans tous les tems avec détonnation, si l'on en approche du feu ; l'exhalaison inflammable, plus légère que l'air, se rassemble au haut des voûtes des galeries, en sorte que les ouvriers sont obligés de tenir & de placer leurs lumières le plus près du sol qu'ils le peuvent ; d'autres occupent toujours cette partie des galeries (a). De là s'ensuivrait naturellement la nécessité de varier les moyens employés pour corriger les unes, dissiper les autres selon leur *quiddité*, pour me servir d'une expression d'école, qui me semble rendre mieux ce que l'on appellerait ici leur *nature*. Malgré l'ignorance absolue où l'on est à cet égard, les pratiques dont on vient de donner l'énumération, exécutées ou variées, convenablement appliquées aussi à propos & avec autant d'intelligence qu'il est possible, ont, généralement parlant, un effet certain pour préserver les travaux fouterreins du mauvais air, dans quelque état qu'on le considère, ou en simple vapeur, ou en vapeur disposée à s'enflammer. C'est du moins la conséquence qu'il est permis de tirer du succès assez ordinaire que l'on éprouve de l'emploi des uns ou des autres de ces moyens, dans le plus grand nombre des mines. Comme cependant il n'existe dans aucun genre, de pratique ni de méthode dont l'effet soit absolument général, on se doute aisément qu'il y aura toujours des cas sujets à de grandes difficultés.

592. Nous espérons que les directeurs de mines, actuellement plus instruits, seront moins indifférens & moins embarrassés dans les occasions qui pourraient être matière à recherches, ou qui demanderaient une attention réfléchie. Avant de terminer ce qui concerne l'air des mines, sur lequel nous ne reviendrons plus que pour examiner comment agissent les vapeurs fouterreines *détonnantes* ou *suffoquantes*, lorsqu'elles tuent les ouvriers, nous ne pouvons nous dispenser de proposer deux de ces cas.

593. Nous n'avions pu faire mention que par oui-dire, du secret que les houleurs prétendent avoir d'envoyer le soufre d'une mine à une autre. Il n'est pas à présumer que des ouvriers, quelque fins & quelque rusés qu'on puisse les supposer, aient aucune connaissance des mélanges artificiels qui produisent des fermentations transportables, comme celles dont les expériences ont été faites par feu M. de Brémont, & par M. Triewald, dans une séance de

(a) On ne parle ici de cette vapeur que dans son état non enflammé ; car lorsqu'elle a pris feu, elle tend constamment à s'élever

en hauteur, de manière qu'elle n'attaque que peu ou point tout ce qui se rencontre en-bas.

l'académie de Stockholm (a) ; il n'y a nulle apparence qu'ils se doutent de la possibilité de renfermer dans une vessie , & de transférer où l'on veut, la vapeur inflammable. Mais s'il est certain qu'ils puissent exécuter ce trait de vengeance, il serait très-curieux & très-intéressant de découvrir comment les ouvriers y parviennent. Un directeur de mines, qui s'occuperait de cette recherche , ne perdrait pas son tems.

594. UNE circonstance non moins importante & très-particulière, est, lorsque la difficulté de réussir à *faire le tems*, tient à l'air qui communique quelquefois des travaux du voisinage dans la mine où l'on travaille. Ce cas peut & doit arriver assez souvent ; mais faute de réflexion & d'attention, on ne se doute point de la cause d'où le mal peut provenir, & alors il est sans remède. Il est vrai que la conséquence peut n'être pas grande, si cet embarras ne se présente que dans une exploitation qui vise à sa fin, lorsqu'on approche du tems où il faudra l'abandonner, n'y ayant plus que peu de charbon à en tirer. L'inconvénient qui peut néanmoins en résulter, pourrait n'être pas médiocre : un maître de fosses s'entête à employer contre ce défaut d'air, des moyens dont aucun ne doit réussir, puisqu'ils ne vont point à la cause ; & alors ce sont des frais & du tems perdus. Je vais donner en peu de mots l'idée de la chose, & l'on verra qu'il n'y a qu'une manière de vaincre dans ce cas l'obstacle qui traverse la fin de l'opération.

595. QUAND deux mines sont contiguës, ou lorsqu'une même veine est exploitée par deux compagnies & par deux puits, de manière que la pourchaîse, à mesure qu'elle se fera de part & d'autre, vienne se terminer à un même point de rencontre, il se trouvera dans ce moment que ces deux mines, dont je suppose que les travaux s'approchent de quelqu'une des routes souterraines que l'on aperçoit, ne seront plus séparées l'une de l'autre que par une épaisseur plus ou moins considérable ; c'est dans cette masse mitoyenne, que l'air d'une de ces carrières se fait passage dans l'autre par quelques *laves*, ou quelques ouvertures ou fentes très-imperceptibles. En me rappelant la position de la mine d'*Engermignon*, près Decize, avoisinant celle des Minimes, & le point où en étaient les travaux respectifs de ces deux carrières dans l'année 1770, (voyez *Señ. III.*) j'ai rapporté au cas présenté ici, la difficulté qui, trois années après, arrêta la poursuite des ouvrages de la mine d'*Engermignon*, & pour laquelle la compagnie recevait de Paris des instructions. Je communiquai mon idée ; il eût été aisé de s'éclaircir du fait, en levant un plan des deux mines. J'ai rendu compte de l'opération exécutée à cette occasion avec le fourneau ventilateur, conformément aux indications qui en furent envoyées sur les lieux, & il ne m'a pas

(a) Art. VII, tome I, page 382.
Tome XVII.

été possible d'être informé des résultats définitifs. Je suis borné à faire part ici des questions que les intéressés proposaient, lorsqu'ils étaient arrivés au point où se termine le journal. On demande ici " si après avoir continué „ sans succès l'expérience pendant quelques jours, on ne ferait pas bien de „ boucher les *cornes* actuels pour les rendre nuls, & de commencer ensuite „ l'opération au haut du puits, c'est-à-dire, de faire descendre de pied en pied, „ de toile en toile, les tuyaux depuis le poêle ou fourneau, jusqu'à ce qu'on „ eût trouvé le bon air au fond du puits. Le 31 mars, on maniait que les eûssent „ n'avaient pas eu un succès soutenu; que le fourneau avait établi la circulation de l'air pendant quelques heures; que les ouvriers étaient descendus „ au fond de la mine, & avaient commencé à y travailler; mais que le mauvais „ vais air avait regagné: ce qui avait obligé de retirer promptement les ouvriers. „

596. Dans les occasions où la cause de l'embarras se trouverait être celle que je présume, il serait sans doute absurde de chercher à aller reconnaître d'où peut venir la communication de l'air. Outre la difficulté, cela serait fort inutile: il suffirait donc de s'assurer de la direction réciproque des ouvrages, pour juger seulement de l'étendue de la maille qui forme la cloison commune entre deux mines, & dans l'une ainsi que dans l'autre, d'élever contre toute cette épaisseur de forts *seremens*, soit en *flouppures*, *fouayes*, ou maçonnerie, ou en planches. Avec cette espèce de double & de triple mur, qui intercepterait exactement la communication de l'air d'une mine à l'autre, on sent qu'on réussirait à épuiser entièrement, sans aucune incommodité, la mine qui était embarrassée; à n'être point forcé de laisser, en abandonnant la mine, les *serres* & *stappes* nombreuses qui pourraient s'y trouver. Si même il restait encore d'un autre côté une partie de charbon dont on ferait le maître, on en reprendrait la pourchasse avec avantage. Si l'obstacle dépend d'une cause ordinaire, les détails précédens sur le renouvellement de l'air dans les mines par le secours du feu, & sur la construction du fourneau de M. Sutton, doivent conduire à faire cesser l'embarras; mais alors on ne peut avoir trop étudié tout ce qui a rapport à cette matière.

597. Les Anglais remarquent que le *dampfir* commence vers la fin de mai, continue tout l'été, augmente pendant cette saison, & reparaît plusieurs fois dans le même été. On n'a encore pu déterminer bien précisément ces périodes particuliers, ni si ces exhalaisons inflammables sont plus fréquentes dans les mines où il y a beaucoup d'eau, que dans celles qui sont moins humides. Il serait utile sur-tout, d'être attentif aux phénomènes peu constatés, peu examinés, de la relation de l'air extérieur avec l'air des souterrains de mine; par exemple, les résistances que les vents éprouvent de tout ce qui se trouve à la surface du terrain aux environs du bure, ce qui est cause

qu'ils sont plus forts dans les endroits élevés que dans les endroits bas, la situation, la largeur des côtes ou des montagnes du voisinage, qui rétrécissent quelquefois le passage des vapeurs & de l'air agité, & par-là produisent de l'accélération dans leur mouvement, &c. Ce ne fera qu'à l'aide de ces examens, de ces réflexions, que le fourneau ventilateur, & la plupart des moyens adoptés pour vaincre les difficultés que le défaut d'air apporte en bien des manières à l'exploitation des mines, seront susceptibles de quelque perfection.

598. LA constitution de l'air des mines n'a point encore été observée d'une manière assez suivie; nous l'avons remarqué en rapportant plusieurs observations barométriques & thermométriques. Ces expériences demanderaient à être faites jour par jour, en laissant tant à la bouche que dans des distances convenables du bure, & dans des places marquées des galeries, des instrumens météorologiques, correspondans entr'eux, d'après lesquels on annoterait régulièrement le soir, le matin & à midi, l'état ou la disposition de l'atmosphère extérieur, & de l'atmosphère des souterrains, par rapport à la chaleur ou au froid, au poids, à l'humidité, & les changemens qui s'y feraient remarquer. Il est essentiel de ne point perdre de vue dans ces recherches la remarque que nous avons faite ci-dessus, de faire particulièrement attention qu'en même tems que le mouvement du mercure dans le baromètre, universellement reconnu comme un effet immédiat de la pression plus ou moins grande de l'air, est le moyen le plus propre à indiquer la raréfaction qu'on se propose de connaître; il est aussi bien décidé en physique, que les colonnes de mercure ne s'élèvent également dans ces sortes de tubes, que quand les diamètres sont égaux. Il est donc important, pour bien juger du degré de raréfaction de l'air, en le comparant à un baromètre, de s'assurer exactement, ou de l'égalité, ou encore mieux du rapport de leurs diamètres. L'exécution de ce projet serait très-facile à un maître-ouvrier, ou à un piqueur intelligent, au moyen d'une table divisée sur une feuille de papier, qui pourrait être considérée comme la coupe de la partie du puits où seraient placés, à côté l'un de l'autre, un baromètre & un thermomètre dans trois parties de la profondeur, à une couple de brasses au-dessous de l'entrée, vers le milieu & au bas du puits.

Recherches & conseils de médecine sur les maladies & accidens qui mettent en danger la santé & la vie des ouvriers de mines.

599. SOIT imperfection dans quelque partie des opérations relatives à l'airage ou aux eaux, soit imprudence, soit négligence des ouvriers, il ne leur arrive encore que trop souvent des accidens: les uns sont tués par la

déflagration du *crowin*, les autres suffoqués par le *fouma*, ou même submergés par les eaux. Vraiment digne du titre de philosophe, Agricola, en traitant de toutes les opérations de mines, ne s'est pas moins montré l'ami de l'art qu'il a décrit, que des ouvriers qui s'y adonnent. Touché des maux & des dangers auxquels ils sont sans cesse exposés, il avertit formellement les préposés de mines, en leur donnant le conseil dont nous avons fait mention, de prendre quelques idées de médecine; que ces ouvriers, dans les accidens qui leur arrivent, doivent recevoir d'eux les premiers secours. Il instruit les directeurs de leurs devoirs sur toutes les précautions qui ont rapport à la santé des employés. Cet écrivain, qui méritera dans tous les tems, & à plus d'un titre, les éloges que lui a donnés le grand Boerhaave, ne s'en est pas tenu là; il s'est occupé à instruire les ouvriers eux-mêmes: il leur indique les moyens de se mettre à l'abri des incommodités qui sont le triste apanage de leur métier. (a)

600. Voué par état au soulagement de l'humanité, comme l'était le célèbre écrivain dont l'ouvrage a servi de plan à cette dernière partie de mon travail, puis-je, dans une matière qui intéresse la santé & la vie des ouvriers, perdre de vue mon modèle? Les directeurs des mines de charbon de terre, les seigneurs de paroisse, qui ont dans leurs terres, ou de ces mines, ou des habitans qui s'en occupent; cette classe d'hommes laborieux, dont une circonstance de ma vie m'a fourni l'occasion d'être l'historien, quant à leurs opérations, leur industrie, tous, sans doute, attendent de moi les mêmes marques de zèle & d'affection qu'Agricola a données aux ouvriers attachés aux mines métalliques. Si l'engagement sacré d'un médecin, d'être, toutes les fois qu'il le peut, utile à tous les citoyens de l'univers; si l'inclination ne me faisait pas un devoir de suivre l'exemple que j'ai devant les yeux, des

(a) En Suède, le gouvernement, auquel les travaux des mines métalliques sont de la plus grande importance, a adouci la rigueur du sort des mineurs, en entretenant aux dépens de l'état dans un hôpital fondé en 1696, les ouvriers qui ont eu le malheur d'être blessés ou mis hors d'état de travailler. On leur donne par mois 18 thalers de cuivre, valant 10 sols & demi de France. Dans la partie de l'ancienne législation française sur les mines, nos rois, non moins bienfaisans, ni moins attentifs, avaient pourvu convenablement à la difficulté que l'éloignement des paroisses & des villages où peuvent être situées les mines, appor-

tent aux secours dont les ouvriers ont besoin dans les accidens. Il est ordonné qu'un trentième du provenant net de la mine, quel qu'il soit, sera mis entre les mains des trésorier & receveur général des mines, pour ces deniers être employés à l'entretenement d'un ou deux prêtres, d'un chirurgien, & à l'achat des médicamens, afin que les pauvres blessés soient secourus gratuitement; & par cet exemple, les autres ouvriers plus encouragés au travail des dites mines. Arrêt donné le 14 mai 1604, par le roi, étant en son conseil, sur l'ordre & réquement que S. M. veut être gardé au fait des mines & minières de son royaume.

motifs particuliers, qu'il ne m'est pas permis de laisser ignorer, m'auraient seuls décidé à m'arrêter sur un point aussi intéressant. C'est, comme on le sait, dans les plaines du pays de Liege, que j'ai puisé les notions de houilleries. Au tableau que j'en ai tracé en grand, on a pu s'apercevoir, & je dois le dire, que c'est le seul pays où j'aie trouvé complètement les facilités qui m'ont conduit à faire cet ouvrage, & à lui donner la dernière main. Les occupations de mon état, bien opposées à celles du cabinet, les difficultés dont ce travail est hérissé de toutes parts, ont mille fois conspiré tour-à-tour à me décourager dans mon entreprise. L'accueil flatteur dont mon ouvrage a été honoré dans ce même pays, le suffrage du prince (a), les marques d'estime de MM. les bourgmestres & conseil de ville (b), sont devenus pour moi des encouragemens successifs auxquels je n'ai pu être insensible. Je ne ferai nulle difficulté d'avancer que, si dans les endroits où mon ouvrage parviendra, il en résulte quelque utilité, quelque perfection dans le genre des travaux dont j'ai traité, cet avantage sera dû autant à ces circonstances qu'au desir sincère dont j'ai été animé de diriger les regards du gouvernement français sur les richesses qu'il possède en charbon de terre. Accueilli d'ailleurs personnellement par le college des médecins de Liege (c), & inscrit sur leur tableau, pourrais-je dédaigner de partager dans cette circonstance leurs fonctions vis-à-vis des houilleurs, ces hommes utiles, avec lesquels j'ai été en liaison pour connaître, étudier & décrire leurs pratiques, & qui n'ont point craint de les voir transmettre à des étrangers? Presque tous habitans d'une grande capitale ou il y a quatre hôpitaux, & à portée de recevoir, pour leur santé, des secours éclairés & intelligens, ils ont sans doute moins besoin des conseils que je vais exposer, que les houilleurs des autres contrées, dont les travaux s'exercent la plupart loin des villes. Cependant, ayant à présenter, sur un point important & négligé jusqu'à ce jour, des idées qui méritent une attention sérieuse, quelque part qu'elles puissent être connues, je suis assuré d'être agréable au college de Liege, & d'entrer dans les vues bienfaisantes du prince & du conseil de la cité, en cherchant à me rendre directement utile à un corps nombreux, l'une des principales sources de la richesse du pays, les houilleurs; c'est à eux que je consacre publiquement les réflexions & les recherches qui vont suivre.

601. LA nature du charbon de terre, bien différente de celle des substances métalliques, sujettes à de vraies *mouffettes* pernicieuses; les émanations

(a) Voyez le volume des mémoires de l'académie royale des sciences de Paris, pour l'année 1768, hist. pag. 129.

(b) Lettres de bourgeoisie du 3 décembre 1770, présences de la part de

MM. les bourgmestres & conseil, par M. le chevalier de Heusy, ancien bourgmestre, conseiller privé de S. A. alors son ministre à Paris.

(c) Lettre d'association du 25 avril 1761.

qui peuvent appartenir à ce fossile, plutôt médicamenteuses que nuisibles ; ne fournissent pas matière à de grands détails sur les maladies des houilleurs. Ces ouvriers n'en connaissent qu'une seule, dont l'espèce est très-bénigne. On ne voit pas même que ceux qui travaillent dans des mines où ils sont obligés d'être toujours couchés sur le dos, soient sujets à l'incommodité qui afflige les ouvriers des mines métalliques, ou de ceux qui travaillent l'ardoise à Mansfeld (a). Sans m'écarter de la division suivie par Agricola pour indiquer les maladies des mineurs, contre lesquelles il désigne des préservatifs, je distinguerai ces maladies en deux classes, les maladies que les houilleurs peuvent contracter à la longue, & les accidents subits & violents qui les exposent à perdre la vie, au point qu'ils ont sur leurs personnes toutes les apparences de la mort.

Des incommodités ou maladies que les houilleurs peuvent contracter à la longue.

602. AGRICOLA a observé que les ouvriers de mines, lorsqu'ils viennent à un âge avancé, sont sujets à beaucoup d'incommodités, & particulièrement à des maux de jambes ; il les attribue à la fraîcheur & à la qualité des eaux qui abondent dans les mines. Les eaux des houillères sont, à tous égards, exemptes de toute espèce de reproche (b). Je pense néanmoins que les houilleurs se trouveraient bien de faire usage de guêtres ou bottines de cuir, qu'Agicola conseille aux mineurs. Indépendamment de la nature salubre ou non des eaux, l'état humide des lieux où elles séjournent ou coulent, ne mérite-t-il pas ici quelques considérations ? Pour garantir les yeux & la poitrine de la poussière toujours en mouvement & très-abondante dans quelques mines (métalliques), Agricola engage les ouvriers de se couvrir lâchement le visage. Ce conseil est fondé sur ce que dans les mines du mont Crapatz (c),

(a) *Coli tors, torticollis.* G. Krumhals, d'où les malades sont appelés en allemand *frump-helst* : fossiles qui colla gerunt intorta.

(b) L'analyse que M. Monet a faite des eaux de la mine de Littry en basse-Normandie, & qui est insérée dans son *Traité des eaux minérales*, page 167, démontre qu'elles contiennent de la glénite, du sel de Glauber, & l'union de l'acide vitriolique avec le fer, dans l'état que l'on appelle eau mère.

(c) *Carpates*, mont Crapack, longue chaîne de montagnes qui environnent la

Hongrie & la Transylvanie du côté du nord, où il y a beaucoup de mines ; elle prend différents noms, selon les différents voisins. Les Allemands la nomment *Weissenberg*, c'est-à-dire, *montagne blanche* ; ils l'appellent aussi *Schneeberg*, c'est-à-dire, *montagne couverte de neige* ; c'est le nom qu'elle a entre la Moravie & la Hongrie. Les Esclavons la nomment *Tatari* ; du côté de la Russie & de la Transylvanie, on la nomme *Cranipach* & *Scepeffi* ; plus au levant, les Russiens l'appellent *Bias sciadi* ; & entre la Pologne & la Hongrie, *Tarchal* en hongrois, & *der Munch* en allemand.

il était ordinaire de voir beaucoup de femmes veuves de sept maris, tous succombés à cette poussière de mine qu'ils avaient respirée.

603. LA rareté de la sécheresse dans les houillères, le défaut de mauvaise qualité du poudrier de charbon de terre, rendent assez inutile la précaution proposée par Agriola, quoiqu'avantageuse d'ailleurs dans les mines de plomb, de cuivre, & autres. Ce que l'on pourrait appréhender de cette poussière respirée, se réduirait, en spéculation, à l'effet qu'elle pourrait produire comme corps étranger, introduit en certaine quantité dans les bronches pulmonaires, & qui alors pourrait être réputé concourir comme cause éloignée à la difficulté de respirer, dont nous allons dans un instant essayer d'assigner la vraie cause. Un fait certain, c'est que cette incommodité n'est pas sensiblement marquée dans le plus grand nombre des ouvriers de mines de charbon, qui jouissent, en général, de la santé donnée au commun des autres hommes. Il est encore aussi certain que dans aucun des pays où il s'exploite une grande quantité de ces mines, le terme de la vie des houilleurs est celui qui est ordinaire, & ne présente point à leurs femmes, comme à celles des mineurs de Schneeberg (a), l'occasion de se désoler jusqu'à sept fois de la perte de leurs époux. (b)

Difficulté de respiration ; sa cause & sa curation.

604. LES personnes qui ne savent juger des choses que par les noms dont les ouvriers se servent pour exprimer leurs idées, qui se rappellent en même tems que quelques charbons, quelques veines sont appelées *veines soufreuses*, *charbons soufreux*, ne manqueront point d'imputer au soufre l'incommodité dont il est question. On est assez prévenu, par ce que nous avons eu occasion de dire à ce sujet dans le courant de cet ouvrage, du peu de fondement de ce premier soupçon. La remarque de M. Zimmerman, dont j'ai fait usage, se rapporte sur-tout à cet article. Pour pouvoir prendre quelque idée juste des parties constituantes du charbon de terre, il est indispensable de soumettre aux expériences chimiques un aussi grand nombre qu'il est possible de charbons de terre de différens pays, ou de comparer tous

(a) Ce *Schneeberg*, dont il est parlé ici, est une partie des monts *Crapack*, qui est depuis le confluent de la Moravie & du Danube, dans la petite Pologne; ce sont les plus hautes des montagnes de ce quartier, & elles sont connues chez les Latins sous le nom de *Sarmatica rupes*, *Sarmatici montes*.

(b) Pour les ouvriers qui travaillent aux mines métalliques & aux fonderies, on peut consulter le précis d'un traité des maladies auxquelles ils sont exposés, parmi les œuvres de M. Henckel, édition de 1762, page 459. L'auteur y présente sur-tout des détails sur la phthisie des mineurs.

les travaux faits en ce genre. Je n'ai pas négligé cette manière, la seule capable de former un tableau distinct sur cet objet. En mon particulier, j'ai analysé plusieurs charbons de terre; d'autres l'ont été à ma sollicitation, dans le laboratoire de l'hôtel royal des invalides, par MM. Parmentier, Demachy & Desyeux; j'ai recueilli un nombre considérable de ces analyses faites en différents pays sur différents charbons de terre, par plusieurs habiles chimistes; je ne puis trop répéter qu'il résulte des unes & des autres, que l'idée où l'on est assez communément de l'existence du soufre dans le plus grand nombre des charbons de terre, est absolument un faux préjugé dont on reviendra certainement. (a)

605. QUELQUES soins que nous ayons pris dans ces analyses, pour y découvrir l'acide sulfureux volatil, ou le soufre dans un état de combinaison, rien n'a pu l'y démontrer; & si dans certains cas les charbons de terre offrent des traces ou d'acide sulfureux volatil, ou d'acide vitriolique, l'acide marin paraît pourtant être celui qui les constitue essentiellement (b). Parmi les chimistes distingués qui ont analysé ce fossile, & qui ne regardent pas les charbons de terre comme composés de soufre, M. Zimmerman observe que, lorsque les vapeurs qui s'en exhalent sont concentrées, elles dessèchent les glandes & les membranes bronchiales; ce qui le porte à penser qu'elles pourraient être la cause des maladies des ouvriers employés à ces mines. La combustion du charbon de terre n'en développe non plus rien de contraire à la santé: je l'ai prouvé dans la thèse à laquelle j'ai présidé aux écoles de médecine, en 1771 (c). On en sera convaincu dans le troisième article de la dernière section de cette seconde partie, où il sera traité de la nature du feu de houilles, relativement à la santé. Si donc les vapeurs de mines de charbon de terre ne sont point en elles-mêmes mal-faisantes, ce n'est plus que par quelque changement particulier qu'elles acquièrent. J'ai fait connaître dans ses

(a) Une assez grande quantité de personnes soutiennent à Liège que l'on tire du soufre en canon de la suite de houille. Cette opinion absolument fautive, tire son origine du langage du peuple Liégeois, qui appelle soufre en canon, soufre de brocol, c'est-à-dire, soufre d'allumettes; & la suite de houille, soufre de cheminée. Cette commune dénomination a induit à penser que le soufre existe dans la suite, &c. que ceux qui le fabriquent, l'en font sortir par des opérations particulières. Ces ouvriers accréditent l'erreur, afin de dépasser ceux qui seraient tentés de partager avec eux

leur gain en les imitant. Voyez l'analyse de la suite du charbon de terre de Fins, dans la traduction des Récréations physiques, économiques & chimiques de M. Model, par M. Parmentier, page 491, tome I, & corollaire V de la thèse citée ci-dessus.

(b) Voyez la traduction des Récréations physiques de M. Model, où cette analyse est insérée, page 490, tome I.

(c) L'auteur de la traduction des Récréations chimiques en a inséré un extrait détaillé à la suite de l'analyse du charbon de terre de Novogorod, page 480, tome I. particularités

particularités essentielles, le défaut d'air appelé improprement *mauvais air*, mieux qualifié par Agricola, *aer gravis*, d'autres fois *aer immobilis*, (a)

606. LE différent genre d'altération de l'air des mines, ou chargé de vapeurs qui fatiguent le tissu des poumons & gênent la respiration, ou chaud, & produisant la suffocation, ou condensé au-delà de son état ordinaire, ce qui rend la respiration pénible, ces différentes manières dont l'air peut se vicier, sont bien suffisantes pour affecter les houilleurs : ces ouvriers le feront différemment, selon la disposition qui leur est particulière, le volume d'air qui entre dans les poumons, pouvant être depuis 10 jusqu'à 12, 13 pouces, & même 16 ou 17 dans les inspirations ordinaires, telles qu'elles sont dans un état fort tranquille (b), ce qui dépend du petit diamètre & de l'axe de la poitrine. A raison de cette disposition, sans doute, les hommes peuvent vivre dans un air de densité très-différente : aussi l'on voit qu'en général elle peut être d'un dixième, & que l'on peut conserver la vie dans des airs où cette densité est double, comme le prouvent les ouvriers qui travaillent dans le fond de quelques mines où le mercure des baromètres est à 31 pouces.

607. EN envisageant les exhalaisons de mines, préjudiciables à raison de l'augmentation du poids de l'air, M. Hales propose de respirer au travers d'une pièce de flanelle, dans laquelle l'air s'imbibe, se filtre & s'affine, pour ainsi dire, en laissant sur cette étoffe ce qu'il contient d'étranger & de nuisible. L'auteur prétend, par ce moyen, prévenir efficacement la suffocation immédiate, & mettre ainsi l'ouvrier en état de supporter plus long-tems le mauvais air dans un cas de nécessité. Ce défensif, imaginé par une théorie qui n'est pas, à beaucoup près, certaine, serait très-insuffisant, à moins que l'étoffe ne fût imbibée d'alkali fixe (c) ; & encore son effet ne serait-il pas de longue durée, si tant est que cet alkali lui-même ne portât aucune influence sur l'air qui aurait été combiné avec lui avant d'être attiré par l'inspiration.

608. DANS les mines où la vapeur est de nature inflammable, cette pièce d'étoffe serait même dangereuse, d'après ce qu'avance M. de Tilly sur la facilité singulière avec laquelle le *feu grioux* s'attache à la laine : nous en parlerons bientôt. En tout il paraît que les vrais préservatifs de cette vapeur consistent uniquement dans les différentes manières de faire circuler l'air, & que l'on ne doit pas regretter le secret aussi merveilleux que douteux,

(a) *Quem interdum domini non arte, non sumptu emendare & corrigere valent.*
Lib. VI, de re metallica.

(b) Essais physiques sur l'usage des parties.

(c) Comme le sel alkali de tartre, & la
Tome XVII.

liqueur alkaline de tartre, vulgairement nommée *huile de tartre par défaillance*. Alkali signifie en général tout sel dont les effets sont différens & contraires à ceux des acides.]

dont il est fait mention dans les écrits de Boyle (a). Il ne reste qu'à examiner quels sont les remèdes qui conviennent à l'asthme chronique que les houilleurs contractent quelquefois, & que nous avons appelé *asthma montanum*. Ramazzini en indique plusieurs propres à garantir de cette maladie : les causes qui peuvent donner lieu à cette incommodité, étant toujours plus ou moins existantes par la fréquentation journalière des ouvrages souterrains, il paraît que dans ce cas la médecine doit être un art muet. Lorsque l'ouvrier a renoncé au métier, la disposition invétérée ne permet guère non plus de tenter de remède. Heureusement, comme je l'ai dit, ce mal n'est pas général. Horstius, liv. 7, obs. 25, décrit, d'après l'expérience, un traitement très-efficace contre l'action des évaporations minérales ; mais c'est en faveur d'ouvriers travaillant au grand air, & à des opérations sur des métaux, ce qui fait une très-grande différence : néanmoins les remèdes prescrits par cet auteur, seraient très-appropriés, si l'état du malade en exigeait : ils rentrent absolument dans le genre de préparations bien perfectionnées aujourd'hui, qui sont le *kermès minéral*, & la *poudre du comte de Warwick*, connue plus généralement sous le nom de *poudre de cornachine*, ou *poudre de tribus*, désignée dans quelques ouvrages sous le nom de *cerberus triplex*.

Des accidens graves & subits, auxquels sont exposés les ouvriers de mines.

609. LES effets les plus graves & les plus fâcheux, résultans de l'air renfermé dans les mines, peuvent être rangés dans le genre des maladies qualifiées en médecine, *morbus attonitus & sideratus*, puisqu'en effet l'ouvrier qui a éprouvé, soit la commotion de la vapeur fulgurante, soit l'effet de la vapeur suffocante, reste & peut rester long-tems sans mouvement, comme un homme frappé de la foudre, & que cet état est souvent suivi d'une mort absolue. Les houilleurs qui ne sont pas tués par l'explosion, & qui n'ont pas eu le tems de se jeter sur le sol des galeries, en sont quittes ordinairement pour des brûlures & des meurtrissures. Nous commencerons par nous arrêter à ces accidens, dans lesquels les ouvriers blessés, ou par des éruptions d'eaux, ou par des explosions enflammées qui les ont entraînées, sont

(a) Il y est rapporté que Cornille Drebbel ayant fait une espèce de vaisseau pour aller sous l'eau, ceux qui hasardèrent d'y entrer, manquaient d'air frais, & qu'il imagina un secret pour remédier à ce défaut. Lorsque l'air était surchargé des exhalaisons qui sortaient de ceux qui étaient dans le bateau, & qu'il n'était plus propre

à la respiration, on débouchait une bouteille remplie d'une liqueur ; une grande quantité de corpuscules, qui alors s'exhalaient dans l'instant de la phiole, corrigeaient l'air, & le rendaient pendant quelque tems propre à la respiration. *Expt. physico-mech. expl. 41.*

évidemment susceptibles de secours. Avant d'entrer en matière, il est à propos, comme nous l'avons fait pour la vapeur suffocante, d'exposer ce que l'on peut penser de la nature de celle qui s'enflamme dans les mines.

De la nature du feu grioux.

610. TOUT ce que nous venons de rapporter, il n'y a qu'un instant, concernant ce que l'on doit penser de la présence du soufre dans le charbon de terre, nous exempte de combattre l'idée où pourraient être quelques personnes que cette inflammation ou détonnation de vapeurs de houille dans les souterrains, appelée *feu grioux*, est le produit d'un principe sulfureux. M. de Tilly la regarde comme une dilatation de l'huile essentielle contenue dans les charbons de terre, & opérée tant par la chaleur qui s'évapore des ouvriers, que par celle de leurs lumières. Laissons à part l'explication qu'il donne de son sentiment, & la preuve qu'il apporte de l'existence d'une huile essentielle dans ces matières bitumineuses. Je crois devoir m'arrêter uniquement à une idée particulière de l'auteur, sur l'analogie de l'effet de son huile avec celui des huiles enflammées. Selon M. de Tilly, de même qu'un alkali volatil uni à une huile essentielle, (par la facilité naturelle qu'il suppose aux alkalis quelconques, de s'unir avec les huiles quelconques) se trouvant décomposé par la déflagration, détruit particulièrement tout ce qui appartient au règne animal, & ne produit aucune altération sur les substances végétales; de même, dit-il, le feu grioux s'attache par préférence à ce qui appartient au règne animal, & n'a aucune prise sur ce qui est du règne végétal. Conséquemment à ce principe, autant l'habillement en toile, dont les ouvriers ont coutume de se servir, est pour eux une sauve-garde assurée contre la brûlure de cette inflammation, autant ils seraient en danger de perdre la vie s'ils étaient vêtus en laine; ces vêtements seraient consumés en un instant.

611. Je crois avoir entrevu que l'idée de M. de Tilly n'est absolument fondée que sur la facilité & sur la promptitude avec lesquelles, dans les inflammations spontanées des vapeurs de mines, la flamme active & rapide qui s'en échappe, consume la barbe & les cheveux des ouvriers qu'elle rencontre dans son chemin: il n'y a cependant dans cet effet rien que de très-facile à concevoir. Il y aurait une façon très-aisée de s'assurer du point de fait; & comme rien n'est à négliger, même dans les choses de curiosité, qui peuvent tôt ou tard devenir utiles, je désirerais que dans les mines sujettes à ce feu, on engageât quelques ouvriers à avoir toujours sur leurs épaules ou sur leurs bonnets une poignée d'étoupes ou de foin bien sec. Je suis très-porté à croire, & un physicien en sentira la raison, que ces deux substances

s'enflammeraient tout aussi promptement que les cheveux & la barbe de ces ouvriers. Si l'observation de M. de Tilly est certaine, la précaution de respirer à travers d'une pièce de flanelle, comme l'a proposé M. Hales, pour se garantir de la suffocation immédiate, ne serait pas, à beaucoup près, sans inconvénient dans les mines où le feu prend aisément : il vaudrait mieux s'en tenir à une toile en canevas. Les ouvriers des mines de Lancastre, en Angleterre, qui sont dans l'usage, lorsqu'ils vont attaquer le *glop-damp*, de s'envelopper des pieds à la tête d'un *paltot* de gros drap (a), ont doublement raison de le mouiller avec autant de soin qu'on a coutume de le faire pour les simples souquenilles en toile, dont on se sert communément dans toutes les autres mines.

Méthode usitée parmi les ouvriers de mines, pour ceux qui ont été brûlés par le feu grieux.

612. LES ouvriers qui n'auraient pas été attentifs à la marque infallible que nous avons donnée en son lieu, de l'explosion ou inflammation prochaine de ces vapeurs, aïssé à prévoir par l'allongement de la flamme des lumières, qui précède toujours ce malheur, sont exposés, entr'autres accidens, à des brûlures dont les différens degrés sont plus ou moins fâcheux, & même mortels. La flamme vive & approchante de celle de l'esprit-de-vin ou de la poudre à canon, quelque prompte qu'elle soit à suivre sa route pour s'échapper, produit quelquefois des escarres très-profonds, qui vont jusqu'aux chairs, aux veines & aux nerfs, & qui sont toujours accompagnés du plus grand danger, principalement si la blessure a attaqué le visage. Les secours appropriés à cette circonstance, dans laquelle le mal dégénère souvent en affection chronique, ne peuvent être détaillés ici ; ils tiennent à une pratique méthodique & variée suivant les accidens, & qui exige un homme de l'art.

613. EN 1749, lorsque je suivais l'hôtel-Dieu de Lyon, au mois de juillet, je vis un malade blessé par le feu d'un météore qui pouvait n'être pas bien différent de celui dont il s'agit. L'observation que j'en communiquai alors à la société royale de Lyon, & dont il fut fait mention dans le *Mercur* de France du mois d'août 1753, a été insérée en entier dans le *Journal de médecine* d'avril 1755 (b). Dans le cas de brûlure simple & légère, pour laquelle on

(a) Espèce de farrau à manches, dans lequel on conserve seulement à la partie qui répond aux yeux, deux ouvertures garnies de glaces, afin que l'ouvrier puisse se conduire.

(b) C'était un vuidangeur qui, se disposant à vider des latrines, plaça sa chandelle allumée sur le bord de la fosse ; aussitôt que la pierre qui la couvrait fut levée, il en sortit un nuage très-épais. Cette va-

n'aurait besoin que d'astringent & d'adoucir la douleur, on pourrait envelopper la partie dans de la boue, soit de la mine, soit d'autre, ou la baigner avec une décoction de lierre, ou encore baigner dans de l'eau fraîche la partie brûlée, jusqu'à ce qu'on n'y ressente plus aucune douleur. Dans les cas de grandes plaies, la méthode des ouvriers des mines de Mendipp, est d'exposer la plaie à un grand feu, de baigner ensuite la partie malade dans du lait de vache chaud, & d'appliquer ensuite de l'onguent pour la brûlure, dont le directeur des travaux doit toujours avoir provision. Lorsque les douleurs sont passées, on aide la consolidation & la cicatrice de la plaie, selon les circonstances. Il arrive encore dans les accidens de mines, un cas qui ne demande pas moins d'attention, quoique l'ouvrier soit entièrement sain; c'est lorsqu'à la suite des grands bouleversemens, les travailleurs ont été long-tems enfoncés sous terre. Nous avons donné l'histoire du traitement employé par M. Santorin, vis-à-vis d'un ouvrier de la mine de Charleroy.

Moyens pratiqués dans les mines pour secourir les ouvriers étouffés par le soufre.

614. CETTE suffocation doit être distinguée en deux especes: l'une arrive à l'occasion des vapeurs de feu de charbon de terre allumé dans les galeries, & est du même genre que les syncopes occasionnées par les exhalaisons de charbon de bois dans un endroit renfermé. L'autre espece, aussi dangereuse, est celle qui est produite par le *crowin*. Ce qui mérite le plus d'attention de la part des ouvriers, c'est la promptitude avec laquelle cette *moëtte* exerce son action, & le peu de profondeur à laquelle elle se rencontre quelquefois (a). Il est donc important d'abord de prévoir sa présence: pour l'ordinaire cela est très-possible. On doit se rappeler que la difficulté qu'on remarquerait à la chandelle ou à la lampe, de se maintenir allumée, ou que l'ouvrier éprouverait lui-même pour rester dans la mine ou avancer plus loin, seraient des avertissemens suffisans du danger de suffocation.

peur ayant rencontré la lumière, s'enflamma tout-à-coup, brûla jusqu'au vif les mains & le visage, & s'élevant tout de suite dans l'air, sortit par la fenêtre, & mit le feu à un chaffis de papier, qui était au quatrième étage de la maison: il faisait alors de très-grandes chaleurs. Le malade transporté à l'hôpital, fut traité avec le plus grand soin; & cependant les brûlures du visage étaient à peine guéries au mois d'octobre suivant. Au mois de novembre, une rétention d'urine, suivie d'enflure & d'une violente

diarrhée, emporta le malade en très-peu de tems.

(a) M. Triewald observe, dans son mémoire sur cette vapeur, qu'elle agit quelquefois sur la lumière avec laquelle on descend dans un puits de mines, lorsqu'à peine on est arrivé à un couple de brasses en profondeur, & que des ouvriers en ont été affectés au point de tomber, de l'anse de la corde qui les attache, avant d'avoir pu donner le moindre avertissement.

615. LES moyens convenables pour secourir un ouvrier ramené hors de la mine sans aucun signe de vie, sont de deux espèces, les remèdes internes & les remèdes externes. En fait de remède intérieur, on commence par chercher à ranimer promptement avec de l'esprit-de-vin donné dans de l'eau tiède; cela procure un vomissement abondant de matières noires. Ce secours n'est cependant pas regardé comme radical: le malade reste incommode toute la vie d'une toux convulsive, qu'il doit peut-être à l'acreté extrême de l'acide vitriolique, appelé très-indistinctement *acide sulfureux*; acreté que développe la chaleur de l'eau avec laquelle il est mêlé & tout combiné. Le procédé suivi par les moyens externes, est particulier. Il consiste, au rapport de M. Triewald (a), à couper un gazon de la grandeur d'environ un pied carré, à coucher ensuite l'homme sur le ventre dans une attitude telle que la bouche & le nez soient appliqués sur le fond du trou résultant de l'enlèvement de la pièce de gazon: on pose le gazon sur la tête nue du sujet. Il est des endroits où l'on se contente d'appliquer la bouche du malade sur un trou creusé en terre; & lorsque cela ne réussit pas, on remplit ce trou de bierre sans houblon: si le sujet n'a pas été véritablement suffoqué par le mauvais air, il reprend peu à peu ses sens, le poulx se fait sentir, le malade s'éveille comme d'un doux sommeil; une pesanteur & une douleur de tête qui lui restent, se dissipent au bout de quelques jours. Tous les mineurs regardent ce procédé comme infallible; & M. Triewald assure qu'il lui a sauvé la vie, ainsi qu'à beaucoup d'autres personnes. Mais lorsque ces différens moyens sont sans succès, on désespère de la vie du malade.

Des ouvriers tenus pour morts par l'effet de la moffette explosive, & de la moffette suffocante.

616. Nous venons d'exposer simplement la routine observée parmi les ouvriers, pour secourir ceux de leurs camarades qui sont rapportés sans mouvement, sans poulx, sans respiration, & donnant dans tout leur extérieur l'idée de cette *prostration générale & effrayante de toute la nature*, qui a servi à Gallien pour définir brièvement la mort. On voit que, pour un état aussi grave, les secours auxquels se bornent les ouvriers de mines, ne sont pas, à beaucoup près, assez énergiques; que le court espace de tems donné à ces secours, est bien au-dessous de celui qu'il faudrait les prolonger; qu'en un mot c'est bien légèrement que ce malheureux est réputé mort & sans ressource. Il est bien reconnu que le mouvement du cœur & la circulation peuvent demeurer assez long-tems, & même plusieurs jours, suspendus, sans que la mort

(a) Dans son mémoire sur cette vapeur.

suive nécessairement cette interception. Ce sont bien, à la vérité, des signes palpables, mais non des preuves immédiates & absolues de la perte de la vie. Le seul symptôme, quoique fautif, qui paraît faire suspendre un jugement définitif, c'est ce que l'on remarque le plus ordinairement sur les ouvriers suffoqués par l'air des mines : leur corps conserve de la chaleur dans les jointures assez long-tems, & ce n'est qu'après deux ou trois jours que les membres se roidissent. M. Brovallius rapporte cette observation faite sur deux mineurs suffoqués dans une mine de Norwege, retirés du puits trois jours après leur accident (a). La vapeur qu'on y éprouve commence par se faire sentir sur les lèvres, par une saveur douce; un engourdissement aux doigts gagne successivement tout le corps; l'ouïe s'affaiblit, ainsi que la vue, & ensuite tous les membres; la respiration devient pénible, & l'évanouissement succède. Cette même circonstance de la souplesse des extrémités a été assurée à M. Jars, par les charbonniers de la mine de Workington (b); c'est sans doute ce qui lui a donné lieu, dans son mémoire sur ces mines, de témoigner sa surprise de ce qu'on n'emploie pas tous les moyens imaginables pour sauver des malheureux qui, vraisemblablement, ne meurent réellement que long-tems après qu'ils ont été suffoqués, & que l'extinction de chaleur naturelle, jointe à l'absence des signes de vie, a en apparence constaté la mort, ainsi définie par plusieurs auteurs. Au surplus, de même que la pâleur du visage & le froid du corps, la roideur des extrémités, l'abolition des mouvemens extérieurs, ne sont point des preuves de mort; la flexibilité des membres n'est également qu'une marque incertaine que le sujet soit en vie. Le cas se réduit donc à celui d'une mort violente, dans lequel un homme peut être mort & peut ne l'être pas, & dans lequel, en conséquence, une espèce de pressentiment naturel avertit de se conduire en tout, vis-à-vis des ouvriers réduits à cet état, comme on se conduirait vis-à-vis d'un homme que l'on saurait être sujet à de fortes & longues syncopes; d'employer sans relâche, & pendant du tems, tout ce que l'humanité peut inspirer, & tout ce que l'art de la médecine peut indiquer, les apparences de la mort ne décidant de rien, comme l'a remarqué le commentateur de l'Anatomic de Heister. (c)

617. POUR asseoir une méthode sur la recherche des moyens convenables à la situation dont il s'agit, il serait important de savoir à quoi s'en tenir sur une question qui se présente naturellement à résoudre, de quelle cause provient cette suffocation? La perte totale de respiration peut procéder de dif-

(a) Mémoire sur les vapeurs mortelles qui ont suffoqué des ouvriers dans la mine de cuivre pyriteuse, de Quekna. *Annales de l'Académie de Suède*, tome IV, second trimestre de l'année 1743, page 129.

(b) *Voyages métallurgiques*, second mémoire, mine de Workington, page 244.

(c) En traitant de l'action des organes de la respiration.

férentes causes , telles que la respiration d'un air trop chaud , trop condensé , ou qui n'ayant pas de commerce avec l'air extérieur , & ne pouvant point alors être renouvelé , se charge d'exhalaisons grossières non respirables , la privation d'air dans le vuide , &c. De quelle cause provient la suffocation qu'éprouvent les ouvriers de mines ? Est-ce par défaut d'air , ou non ? Est-ce toujours par l'une de ces deux causes contraires , que les ouvriers de mines sont suffoqués ? L'effroi , le grand étonnement , qui suspendent tous les sens , n'y entrent-ils pas quelquefois pour beaucoup ? L'observation qui devrait être ici , comme en toute chose , le point de ralliement , n'a encore rien éclairci sur ce sujet. En se partageant sur l'observation , on s'est partagé sur le raisonnement , & les lumières de la physique ne paraissent , en conséquence , avoir répandu qu'un faux jour dans l'explication de phénomènes qui , par la promptitude avec laquelle ils agissent , se dérobent aux esprits les plus pénétrants. Ce ne sera cependant que par la recherche des faits , par l'attention à les comparer , les circonscrire , les assembler , les placer dans leur rang , en un mot par la connaissance exacte des démarches de la nature , qu'on pourra remonter aux causes , & prononcer sur celle de la mort , imparfaite ou absolue , de ces ouvriers , jusqu'à présent aussi difficile à connaître que celle des noyés , ou de ceux qui sont tués ou qui paraissent tués par la foudre. Quoique l'ouverture des cadavres ait répandu peu de lumières sur ces genres de morts , ce moyen pourrait être profitable pour découvrir comment s'opère , dans les ouvriers de mines , cette syncope subite & violente , qui peut les conduire à la mort ; je ne sache point qu'on ait fait en leur faveur aucune recherche de ce genre : il est à désirer qu'elle puisse avoir lieu dans l'occasion. Au défaut d'éclaircissemens sur ce point , tels qu'il en faudrait encore beaucoup , je vais exposer ce qui a été avancé par des personnes qui ont visité des mines , & par quelques physiciens célèbres.

Différentes opinions touchant la manière dont les vapeurs suffocantes & explosives agissent sur les ouvriers de mines.

618. L'OPINION générale sur ce point , est que dans les ouvrages de mines & autres endroits mal-sains , c'est par défaut d'air que l'on est suffoqué. M. de Genfanne pense que c'est précisément le contraire. M. le Monnier , d'après l'expérience qu'il a faite lui-même de cette vapeur dans la mine de la Forge , en Anvergne , la range dans la classe de celles qui fixent ou détruisent l'élasticité de l'air , & le rendent non-respirable. L'observation de cet académicien prouve que , dans l'endroit où une vapeur s'élevait , l'air y était plus dense , parce que l'air y était plus comprimé ; & l'on fait que l'air appelé *naturel* ou *libre* , est une compression habituelle , telle que

fi

fi cet air venait à perdre tout-à-coup sa pesanteur, il tendrait à s'écarter de toutes parts avec une force considérable (a). Ce qu'il y aurait d'intéressant, ce serait de pouvoir déterminer le rapport de la condensation à la force comprimante. Pour ce qui est de l'inflammation de cette vapeur, M. de Tilly avance, j'ignore sur quel fondement, qu'elle n'arrive que dans les veines *nitreuses*; il ajoute que, quoiqu'il semble que la flamme ne puisse être excitée que par le ressort de l'air, il est néanmoins prouvé par l'expérience, que cet accident n'arrive dans les houillères, que quand l'air ne peut jouer librement: ce qui, au contraire, n'arrive jamais lorsque son ressort est actif. Je conçois, dit cet auteur, page 117 de sa brochure, que l'air qui, par sa condensation, a occasionné l'assemblage de toutes les particules inflammables qui se détachent du charbon, se trouvant agité par l'approche de l'ouvrier, met en mouvement ces mêmes particules, & les enflamme avec explosion. Mais osons le dire, M. de Tilly est le seul qui conçoive cela.

619. QUELQUE peu de fonds que l'on puisse faire sur les observations des ouvriers, elles ne doivent cependant jamais être négligées. Il est nécessaire de se rappeler ici celle des houilleurs Liégeois, relativement à l'espece de retour de la vapeur inflammable sur elle-même, après avoir exercé sa force expansive. Il paraît que la chose se passe uniformément dans toutes les mines. M. Triewald l'a éprouvé lui-même dans la mine nommée *Bilker*, appartenante à M. Ridley, près Newcastle (b). M. Jars (c) compare l'effet de cet air fulminant; à celui de la poudre à canon qui serait enfermée dans un endroit où il n'y aurait pas de circulation d'air, & qui prendrait feu tout-à-coup; il assure, d'après les charbonniers, que lorsqu'il y a explosion du mauvais air, il y a moins d'ouvriers tués par le feu que par ce qu'on appelle *retour de l'air*, qui peut être nommé sa *condensation*. Un maître mineur qui avait été brûlé quatre ou cinq fois, & qui en portait des vestiges au visage & sur les mains, a dit à M. Jars, s'être toujours garanti du mauvais air en se jetant (c'est-à-dire sans doute en restant) ventre à terre & le visage dans la boue. Deux ouvriers périrent dans une explosion, à laquelle le même maître mineur s'était aussi trouvé exposé, avaient été tués par le retour du mauvais air, & n'avaient aucune brûlure, tandis que leurs camarades qui étaient avec eux, & qui avaient pris la précaution dont on vient de parler, étaient brûlés, mais sans danger de perdre la vie. De là M. Jars conclut que les ouvriers souffrent par la grande & subite dilatation de l'air, & que la forte condensation & compression qui lui succède, est ce qui les suffoque. Il paraîtrait assez naturel, en effet, de croire que cette

(a) Ou si l'on veut, on peut entendre par *état naturel de l'air*, la densité qu'il avait avant d'être comprimé.

(b) De la vapeur dangereuse qui se

trouve dans les mines.

(c) Dans le mémoire que nous venons de citer.

explosion vient de l'air qui , resserré auparavant , se dilate tout d'un coup avec force ; mais le danger de ce mouvement de l'air en -arrière doit encore varier en proportion de bien des circonstances , comme le *recul* des pièces d'artillerie , soit en raison , pour ainsi dire , de la charge de matière fulgurante & explosive qui a agi , soit à raison des espaces dont elle est partie & qu'elle a parcourus avant de faire son explosion ; car alors , plus la charge aura été forte , *cæteris paribus* , plus le recul aura dû être considérable. Ajoutons à cela que toute explosion chassant devant elle l'air contenu dans les galeries & dans les puits , à peine cet effet subit & violent a-t-il lieu , que l'air extérieur rentre dans les souterrains , & y rentre avec une énergie capable d'étouffer ceux qui se trouvent à son passage. Cette cause de la suffocation est plus naturelle encore que celle qui suppose que l'air se condense : ce n'est pas que , dans le premier resoulement de cet air nouveau , il ne puisse y en avoir une partie , celle qui occupe les culs-de-sac , qui soit comprimée ; mais toujours est-il vrai que cette compression est un accident , une suite de la rentrée précipitée de l'air nouveau , qui suffit seule pour occasionner l'étouffement. Ne pourrait-on pas penser aussi que l'explosion chassant l'air de l'endroit où elle agit , ou lui faisant perdre son ressort , les ouvriers se trouvent alors comme dans le vuide ou dans un air trop rare pour qu'il puisse être propre à la respiration ? C'est l'explication donnée par M. Duvernay & par Pitcairn , de l'effet de toute espèce d'explosion.

620. ON connaît encore l'effet de la grande frayeur , de repousser le sang & les liqueurs au-dedans du corps , de suspendre tous les sens ; les parties voisines du cœur sont saisies d'un resserrement qui entraîne celui des autres parties du corps , leur refroidissement , la pâleur du visage , & qui va jusqu'à la suffocation : l'effroi n'entrerait-il pas , vis-à-vis de certains sujets , pour quelque chose dans cette syncope ? Ces différentes causes ne doivent-elles pas indiquer une différence dans la manière de remédier à cette suffocation ?

Considérations sur la possibilité de rappeler d'une mort apparente à la vie les houvailleurs suffoqués ou tués dans les mines ; motifs qui doivent engager à mettre en usage pour cet effet tous les moyens imaginables.

621. L'ERREUR fatale dans laquelle on peut être induit sur les signes apparens de la mort , a été pour plusieurs anatomistes physiiciens , l'objet d'une sollicitude digne de la plus grande attention. Quelques-uns l'ont fait éclater dans des écrits qui sont entre les mains de tout le monde , & il n'est pas possible de se dissimuler qu'ils sont suffisamment étayés par d'autres ouvrages , où se trouve consignée l'histoire de faits précieux sur des secours par lesquels on a réussi en plusieurs pays à rappeler à la vie des hommes qui venaient

d'être submergés, & que l'on croyait morts. Tandis que l'industrie a fait par-tout de si grands progrès, & a joui d'une activité prodigieuse sur les objets de lucre & de luxe, n'est-il pas surprenant, & même honteux, que l'on soit resté aussi pauvre & aussi inattentif sur les ressources qu'offre la médecine dans les cas les plus désespérés, & contre la mort même? C'est bien au moins dans ce sens que doit être appliqué à notre sujet ce que dit Hyppocrate. Ce prince de la médecine, éclairé par la saine philosophie dans la connaissance de la nature & de ses mouvemens, pensait que, quelqu'immenses que fussent les ressources de la nature, celles de l'art lui étaient presque égales. Voici ses propres paroles : *le pouvoir de l'art s'étend sur les maux les plus graves : l'art guérit non-seulement des maladies, des douleurs, mais même de la mort ; quantité de faits sont garans que la médecine a évidemment des secours contre tous ces maux* (a). Les médecins savent comment Gallien caractérisait les décisions de ce pere de l'art de guérir. Dès ces premiers tems, un Empédocle, un Asclépiade, apprirent à ceux qui devaient embrasser le même état, que le médecin peut étendre jusqu'aux morts, soignant, l'exercice de sa profession. Le premier fut l'objet de la vénération de l'antiquité, pour avoir rendu l'usage de la vie à une fille que l'on croyait morte. Le second, se retirant à sa maison de campagne, rencontra une pompe funebre. Malgré les murmures, les railleries & les oppositions des personnes qui composaient le cortège, il examina tout le corps enveloppé d'aromates, & l'ayant fait reporter à sa maison, il lui rendit la vie & la santé. Les fautes de la médecine ont immortalisé les noms de ces hommes qui sur la terre ont sans doute été regardés par leurs concitoyens, comme des anges tutélaires. L'histoire de tous les tems conservera de même avec honneur les noms de plusieurs médecins & de plusieurs chirurgiens qui ont eu des occasions aussi heureuses de devenir les libérateurs de quelques particuliers en danger de mourir, parce qu'on les croyait morts.

623. M. Greaulme, médecin de la faculté de Paris, & Ambroise Paré, se trouverent, en qualité de médecin & de chirurgien du châtelet, dans une circonstance aussi flatteuse. M. Tossach, chirurgien à Edimbourg, M. Rigauudeau, chirurgien-major à Douay, M. Louis, à l'hôpital de la Salpêtrière, & plusieurs autres que je voudrais pouvoir tous nommer ici, comme autant de bienfaiteurs de la société, ne seront pas regardés avec moins de considération par quiconque s'intéresse à l'humanité. Les occasions qu'ils ont eues, prouvent de reste, 1. que les signes de la mort sont, en certains cas, de nature à en imposer; 2. qu'on s'y est peut-être trompé plus sou-

(a) *Ærotantes vero artis opera, a medicina manifestam medelam adhibere maximis malis, morbis, laboribus, dolore & morte vindicantur; omnibus enim his deprehenditur.* Hyppocrat. lib. de flatibus.

vent qu'on n'ose le croire ; 3. que plus d'une fois on a réussi à rendre à la société des sujets que toutes les apparences extérieures avaient condamnées à l'oubli du tombeau ; 4. enfin ces exemples justifient complètement les savans qui ont surmonté à ce sujet la crainte de voir regarder leurs écrits comme des rêves de bons citoyens.

623. CE que nous avons de plus nouveau en France sur cette matière, est la thèse soutenue le 12 avril 1740, dans les écoles de médecine de Paris (a), sous la présidence d'un petit-neveu de l'illustre Stenon ; & naturalisé François (b). Son humanité lui faisait appréhender pour les autres le danger auquel il avait été exposé deux fois dans sa vie (c). Des résurrections naturelles, si l'on peut parler ainsi, dues à un heureux hasard, ou à un concours de circonstances inattendues & citées dans cette thèse, donnent nécessairement le soupçon que d'autres personnes auraient pu de même ne pas être précipitées dans le tombeau, si elles avaient été examinées & secourues par des gens de l'art, plus occupés du bien de l'humanité, que ne le peuvent être les personnes affligées ou consternées de leur perte. Cet ouvrage sommaire, donné au public par un médecin que les suffrages de toute l'Europe mettaient dès-lors à la tête des anatomistes, fit impression (d) ; les idées se tournèrent particulièrement sur les noyés. Feu M. de Réaumur pensait que les hommes ne perdent pas la vie sous l'eau aussi vite qu'on le croit ; & qu'entre ceux qu'on retire de l'eau après plusieurs heures, il y en a qui pourraient être secourus avec succès, quoiqu'ils paraissent morts (e). Dans la même année, il sortit de l'imprimerie royale, un *Avis pour donner du secours à ceux que l'on croit noyés*, qui avait été rédigé par feu M. de Réaumur, de l'académie des sciences, & qui fut envoyé dans toute la France. Une des choses particulières aux licences de la faculté de médecine de Paris, c'est l'ardeur des bacheliers à se distinguer, en choisissant pour point de leurs thèses, des sujets intéressans, ou par la nouveauté, ou par la circonstance. Au mois de décembre il fut soutenu une thèse de physiologie sur la cause de la mort des noyés (f), déjà traitée par d'autres auteurs (g). A Brunswick, dans la

(a) Sur l'incertitude des signes de la mort.

(b) Jacques-Benigne Winslow, docteur-régent de la faculté de médecine de Paris, professeur d'anatomie & de chirurgie au jardin-royal, &c.

(c) Corollaire V.

(d) Le nom de l'auteur, le rang que ce programme se trouve avoir par sa date dans le nombre des écrits qui ont paru successivement sur cette matière, ne sont pas les seuls points de vue qui le rendent re-

marquable ; il est facile de juger qu'il paraît avoir été la première époque de l'attention du gouvernement sur ce sujet.

(e) Ce savant venait de donner la publication de cette opinion dans le dixième mémoire pour servir à l'histoire des insectes.

(f) *An denetorum vitæ fomes ultimus respiratio ?* Præside magistro Benjamine Ludovico Lucas de Laurembert, propo-nente Silvestro Antonio le Moine, die 22 decembris 1740.

(g) Parmi les modernes, M. Littré,

basle-Saxe, il parut un ouvrage allemand, anonyme, ayant pour auteur *Rud. Aug. Behrens* (a). Peu de tems après, M. Bruhier, docteur en médecine, publia une *dissertation*, mal rédigée, mais importante, sur l'incertitude des signes de la mort, avec une indication des épreuves & des secours qui peuvent être employés contre la mort imparfaite.

624. UNE douzaine d'années après, ce sujet devint la matière d'une brochure, dont le titre est tout opposé à celui de l'ouvrage de M. Bruhier (b). On y remarque qu'en même tems que l'auteur se propose de démontrer l'insuffisance des preuves données par M. Bruhier, de l'incertitude des signes de la mort, il ne révoque point le fait en doute (c); favoir, que sous de fausses apparences de la mort, on a quelquefois enterré des personnes vivantes. Je ne fais trop si, en étant ainsi d'accord avec M. Bruhier, la démonstration la plus suivie & la mieux raisonnée de la certitude des signes de la mort, par des recherches, par du favoir, & même par des faits, a rempli le but annoncé par le titre, de mettre le calme dans l'imagination alarmée des citoyens, ou de la personne à qui ces lettres sont adressées. Prétendre ou prouver que ceux qui sont ainsi retranchés du nombre des vivans, sans aucun examen, sans aucune épreuve pour s'assurer de leur sort, ne sont victimes que d'une inattention, & non d'une méprise, n'est pas, à moi avis, présenter un motif bien consolant (d).

625. LE bureau de la ville de Paris est toujours resté persuadé, comme l'avaient été MM. de Réaumur, Winslow & Bruhier, de la fréquence de ces méprises, auxquelles les symptômes équivoques de la mort exposent particulièrement les personnes que l'on retire de l'eau. Ce corps municipal a fait distribuer, en 1758, l'avis rédigé par feu M. de Réaumur; & c'est, selon toute apparence, à cette attention soutenue du bureau de la ville, que l'on fut redevable d'un travail sur ce sujet, qui a été couronné en 1762 par l'Académie de Besançon. (e)

626. LES habitans d'Amsterdam, effrayés du nombre prodigieux que l'on pouvait compter annuellement d'hommes noyés, sur-tout dans les provinces de leur district, ont formé en 1767 en leur faveur une société au-dessus de tous les

M. Senae, M. Gauteron, de la société royale de Montpellier, mémoire lu à la séance publique de cette compagnie en 1728.

(a) Et pour titre: *Méthode pour rappeler les noyés à la vie*. Brunswich, 1740.

(b) *Lettres sur la certitude des signes de la mort, où l'on entreprend de rassurer les citoyens de la crainte d'être enterrés vivans*, &c. Par M. Louis, Paris, 1752.

(c) Lettre II, page 55.

(d) Cet ouvrage, au surplus, est suivi d'un mémoire intéressant sur la cause de la mort des noyés, que l'auteur avait communiqué en 1748 à l'Académie royale des sciences de Paris, & de l'avis imprimé au Louvre en 1740.

(e) *Le cri de l'humanité en faveur des noyés, ou moyens faciles pour les rappeler à la vie*. Par M. Linard, in-8°. Paris.

éloges. Une feuille périodique hollandaise (a), du 24 août de cette même année, a annoncé de sa part une distribution de prix pour ceux qui auraient secouru des noyés, même infructueusement. Notre Journal d'agriculture & de commerce (b) vient de faire connaître l'histoire & les mémoires de cette société. Le bureau de l'hôtel-de-ville de Paris, qui n'avait point perdu cet objet de vue, comme il est aisé d'en juger par l'empressement avec lequel il avait fait répandre en 1758 la seconde édition de l'avis de M. Réaumur, vient d'en faire distribuer de nouveaux exemplaires. (c)

627. Si des hommes noyés en allant prendre des bains pour leur plaisir; si d'autres assez fous pour attenter, en s'étranglant eux-mêmes, sur une vie dont ils ne font pas libres de disposer, & qu'ils doivent à celui dont ils l'ont reçue; si des criminels, qui ont mérité de la justice ce genre de mort, ont fixé avec succès l'attention compatissante & éclairée des anatomistes pour prolonger leurs jours, combien de citoyens exposés dans leur état à perdre la vie par des accidens imprévus, du genre contre lequel ces écrits proposent des secours, ont droit de prétendre aux mêmes soins officieux qui ont rendu des noyés à leur famille, à la société! L'illustre auteur de la thèse soutenue aux écoles de médecine, avertit expressément (d) que dans les personnes suffoquées, ou par un air insuffisant à la respiration, ou autrement mal-faisant par le mélange de vapeurs nuisibles, ou qui, par quelque cause de cette nature, ont été réduites dans des syncopes mortelles, dans ces différentes occasions les apparences de mort ne sont point du tout décevantes (e). Quoi qu'il en soit, il est toujours plus que probable que par les moyens employés pour les noyés, ou par d'autres plus appropriés, & que l'expérience seule fera connaître, on pourra parvenir à arracher des bras de la mort au moins quelques-uns de ces ouvriers suffoqués dans les mines, ou par l'eau, ou par

(a) Intitulée *le Philosophe*, n. 86. Histoire & mémoires de la société formée à Amsterdam en faveur des noyés. Amsterdam, chez P. Meyer, 1768.

(b) Du mois de mai 1769, que cette partie de l'ouvrage sur les mines de charbon de terre était prête pour l'impression.

(c) En 1769. Personne n'ignore l'heureuse révolution que nous avons vue depuis 1772 s'opérer en France & en Angleterre, à l'exemple de la Hollande, de l'extinction de la barbare coutume d'abandonner à la mort les noyés. En suivant l'ordre des dates qui se présentent ici, on reconnaît l'époque à laquelle on peut faire remonter cet éta-

blissement honorable pour le siècle. Je m'arrête avec d'autant plus de plaisir à cette réflexion, qu'elle me donne lieu, par l'événement, de revendiquer la première origine de ces établissemens à deux corps distingués, auxquels j'ai l'honneur d'appartenir, la faculté de médecine de Paris, & l'académie royale des sciences.

(d) Corollaire II.

(e) Le célèbre auteur du *Synopsis praxeos medica*, est du même avis, & l'annonce formellement dans l'article dont nous parlerons bientôt, où il traite des secours à apporter aux noyés & aux suffoqués.

les vapeurs fouterreines. Qu'il me soit permis de plaider ici spécialement leur cause. L'espece de prédilection particulière que je montre en leur faveur, ne portera ni le trouble ni la jalousie, puisque les mêmes moyens, ou d'autres mieux indiqués, peuvent convenir à beaucoup de cas différens. D'ailleurs, c'est rendre service à l'humanité entière, de procurer la réimpression de cette feuille par la voie de mon ouvrage. S'il donne quelque part occasion de rappeler à la vie un ouvrier de mine, je m'estimerai fort heureux de pouvoir penser que j'ai contribué à ce succès. Cet avis ne pourra manquer d'être utile dans ces cas de mort imparfaite. C'est le nom qui convient à cet état, dans lequel il n'y a qu'un simple inexercice des fonctions vitales, & où les organes, instrumens de ces fonctions, sont encore en état de recommencer leur jeu. Quand, au surplus, ces secours employés infructueusement n'auraient d'autre avantage que de venir à l'appui des moyens que j'indiquerai pour constater la mort absolue, n'est-ce pas un genre suffisant de consolation & de dédommagement ?

628. COMME il doit arriver le plus ordinairement que les personnes qui se trouvent présentes à ces accidens de mines, & à portée de se charger des tentatives indiquées dans le mémoire, n'auraient pas pour cela autant d'intelligence que de bonne volonté, j'essaierai ici de guider leur zèle, en faisant suivre cet avis de quelques courtes réflexions. L'auteur du mémoire sur les noyés, a jugé avec raison cet éclaircissement nécessaire pour un sujet qu'il traitait *ex professo*. Il aurait pu, je pense, entrer dans un plus grand détail qu'il ne l'a fait. Ne devant ici me proposer que de présenter des idées générales, je renfermerai dans des bornes très-étroites les observations dont j'accompagnerai chaque article de l'avis imprimé; mais j'espère qu'elles ne seront point absolument inutiles (a): elles seront applicables à la manière de secourir les ouvriers suffoqués, dont je m'occuperai à part en finissant.

(a) L'instant où cette partie de mon ouvrage passe à l'impression, supplée, on ne peut pas plus heureusement, à la notice où j'ai dû me trouver, d'écrire toute espece de détail. Il faut espérer qu'on viendra au point de prendre quelques idées précises sur cette matière, devenue le sujet des recherches des anatomistes: on peut consulter l'observation de M. Gruïmer, de *submersum resuscitatione*, expériences & observations sur la cause de la mort des noyés, & les phénomènes qu'elle présente, Lyon, 1768. L'ouvrage de M. de Villiers, docteur en médecine de la faculté de Paris,

Méthode de rappeler les noyés à la vie, au Louvre, 1771, in-4°, rapproche d'une manière très-intéressante tous les objets relatifs à la manière de secourir les noyés. S'il était possible que quelqu'un eût besoin d'être encouragé à prêter ses mains ou ses lumières dans les occasions, il lui suffirait de prendre connaissance de la brochure qui a commencé à paraître en 1773, & qui se continue tous les ans. Les succès que l'établissement de l'hôtel-de-ville de Paris a eus en différentes provinces de France, doivent immortaliser ce corps municipal. On doit en particulier la reconnaissance la plus étendue

Avis pour donner des secours à ceux que l'on croit noyés, d'après la copie imprimée au Louvre en 1740.

1. APRÈS avoir ôté les habits au malheureux qu'on vient de retirer de l'eau, au lieu de le laisser étendu sur le rivage, comme on ne le fait que trop souvent, ce qu'il y a de plus pressé, c'est de l'envelopper de draps & de couvertures, pour le mettre à l'abri des impressions de l'air froid, & pour commencer à le réchauffer.

Pour le réchauffer plus efficacement, on le mettra ensuite dans un lit dont les draps seront bien chauds; & pendant qu'il y sera, on appliquera souvent sur son corps, des nappes & des serviettes chaudes.

On a l'exemple de noyés sur qui le soleil chaud & brûlant, auquel ils ont été exposés, a produit l'effet que les linges chauds ont fait sur d'autres. Il y en a qui ont été réchauffés dans des bains d'eau chaude; mais on n'a pas toujours la commodité de tenter ce dernier moyen.

2. Il s'agit ici de remettre en jeu les parties solides de la machine, afin qu'elles puissent redonner du mouvement aux liqueurs. Pour remplir cette vue, on ne laissera pas le noyé tranquille dans son lit: on l'y agitera de cent façons différentes, on l'y tournera & retournera, on le soulèvera & on le laissera retomber, & on le secouera en le tenant entre ses bras.

3. On doit aussi lui verser dans la bouche des liqueurs spiritueuses; & c'est faute d'en avoir eu de telle qu'on la voulait, qu'en différentes occasions on a versé dans la bouche des noyés de l'urine chaude, qui a paru produire de bons effets. On a prescrit une décoction de poivre dans du vinaigre, pour servir de gargarisme.

4. On cherchera aussi à irriter les fibres intérieures du nez, soit avec des esprits volatils, & avec des liqueurs auxquelles on a recours dans les cas d'apoplexie, soit en picotant les nerfs qui tapissent le nez, avec les barbes d'une plume, soit en soufflant dans le nez avec un chalumeau, du tabac, ou quelque stimulant plus puissant.

due au zèle du citoyen respectable, que ce corps a choisi dans son sein, pour être le directeur de ces secours. Ceux qui ont l'avantage de connaître ce citoyen estimable, savent qu'il ne pouvait être servi plus à son gré, qu'en étant à portée de consacrer le tems de sa retraite à faire du bien. L'histoire dont il s'est chargé, de faits qui font honneur au siècle, à l'humanité entière, lui assigne parmi les journalistes nombreux de toute espèce, la première place, & aucun

n'osera la lui disputer. Ces éphémérides viennent d'être augmentées de la description de la boîte de pharmacie, nommée *boîte entrepôt*, dans laquelle sont renfermés les secours qu'on est dans l'usage d'administrer aux noyés, conformément à l'établissement que la ville de Paris a fait en leur faveur. La chose m'a paru assez intéressante pour ne pas balancer d'en enrichir cet article de mon ouvrage; c'est la seule addition que je me suis cru permis d'y faire.

5, 6. Un des moyens auxquels on a eu recours pour des noyés qui ont été rendus à la vie, a été aussi de se servir d'un chalumeau ou d'une canule pour leur souffler de l'air chaud dans la bouche, pour leur en souffler dans les intestins; on l'a même introduit avec succès dans ceux-ci avec un soufflet. Une seringue y peut être employée, peut-être même vaudrait-il mieux employer la seringue pour y porter des lavemens chauds, capables de les irriter, & propres à produire plus d'effet que l'air qu'on est plus en usage d'y faire entrer.

Mais tout ce qu'il y a de mieux, peut-être, c'est de souffler dans les intestins la fumée du tabac d'une pipe: un de nos académiciens a été témoin du prompt & heureux effet de cette fumée sur un noyé: une pipe cassée peut fournir le tuyau ou chalumeau par lequel on soufflera dans le corps la fumée qu'on aura tirée de la pipe entière.

7. Aucun des moyens qui viennent d'être indiqués, ne doit être négligés; ensemble ils peuvent concourir à produire un effet salutaire: ils seront employés avec plus de succès, quand la fortune voudra qu'ils le soient sous les yeux d'un médecin qui se sera trouvé à portée. Si la fortune donne aussi un chirurgien, on ne manquera pas de tenter la saignée, & peut-être est-ce à la jugulaire qu'elle doit être faite; car dans les noyés, comme dans les pendus, & dans ceux qui sont tombés en apoplexie, les veines du cerveau se trouvent trop engorgées de sang; si les vaisseaux peuvent être un peu vidés, ils en seront plus en état d'agir sur la liqueur qu'ils doivent faire mouvoir.

8. Enfin, quand les premiers remèdes qui pourront être tentés, ne seront pas suivis de succès, ce sera probablement le cas où le chirurgien pourra avoir recours à la bronchotomie, c'est-à-dire à ouvrir la trachée-artère. L'air qui pourra entrer librement dans les poumons par l'ouverture qui aura été faite au canal qui le leur fournit dans l'état naturel, l'air chaud même qui pourra être soufflé par cette ouverture, redonnera peut-être le jeu aux poumons, & tous les mouvemens de la poitrine renaîtront.

Mais de quoi doivent être sur-tout avertis ceux qui aimeront à s'occuper d'une si bonne œuvre, c'est de ne se pas rebuter si les premières apparences ne sont pas telles qu'ils les désireraient. On a l'expérience de noyés qui n'ont commencé à donner des signes de vie, qu'après avoir été tourmentés pendant plus de deux heures. Quelqu'un qui a réussi à ramener à la vie un homme dont la mort était certaine sans les secours qu'il lui a donnés, doit être bien content des peines qu'il a prises; & si elles ont été sans succès, il se fait gré au moins de ne les avoir pas épargnées.

Réflexions sur les différens moyens conseillés dans cet avis, & sur leur administration.

629. IL n'est pas nécessaire d'avoir été témoin du spectacle que présente
Tome XVII.

L I

un homme que l'on vient de rapporter d'une mine dans laquelle il a été noyé ou suffoqué, pour s'en représenter l'image. L'anéantissement général de la machine est tout récent : il n'est pas encore porté à ce dernier degré où, je ne fais par quelle horreur secrète, l'aspect seul du sujet inspire le pressentiment de sa perte ; le visage se soutient encore, il n'est ni changé ni flétri : le tableau qu'il offre, ne frappe point la vue par le hideux de ce *bistre de la mort*. Ma manière de voir, lorsque je suivais les hôpitaux, m'a suggéré cette expression, qu'on me permettra de conserver. Je crois qu'elle désigne assez bien cette espèce de *lavis* de couleur jaunâtre ou verdâtre, anélée d'un livide plombé, qui, sur le cadavre d'un homme succombé en détail à une maladie interne plus ou moins longue, est l'annonce sinistre de la colloquation des chairs sous la peau, & un véritable certificat mortuaire.

630. DANS l'*asphyxie* dont est attaqué le noyé ou le suffoqué, la figure est morne & sombre, les traits ne sont plus animés par la pensée ; dans quelques occasions le froid, la pâleur sont répandus sur le corps, &c. (a). L'insensibilité léthargique, l'absence de tout ce qui caractérise extérieurement la vie, ont dû naturellement faire naître l'idée du besoin de ranimer, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, les restes de la chaleur naturelle qui menace de s'éteindre, la sensibilité perdue : c'est aussi, pour l'ordinaire, pour où l'on débute vis-à-vis de toute personne privée, par un accident subit & violent, des principaux attributs de la vie, & réduite dans une situation dans laquelle des symptômes palpables & sensibles font soupçonner ou appréhender la mort, selon que le visage s'éloigne de l'état naturel, ou selon qu'il est plus ou moins méconnaissable. On serait néanmoins très-fondé à douter que ce premier secours extérieur, ainsi que les différentes manières généralement usitées pour remplir ce but, soient indiqués bien positivement aux noyés, qui sont l'objet de l'instruction publiée plusieurs fois depuis quelques années. L'examen seul, soit de l'indication qu'on a cru appercevoir unanimement, de réchauffer l'extérieur du corps, soit des moyens à choisir, ferait la matière d'une controverse qui entraînerait une discussion fort longue ; les bornes de mon sujet ne me permettent pas de m'y engager. Je me contenterai d'exposer simplement ce doute, que je crois très-important, & auquel je n'ajouterai que de courtes réflexions. D'ailleurs, faute de savoir précisément de quelle nature est le premier désordre qui a porté dans toute l'économie animale le trouble aussi effrayant qu'inquiétant, dont on aperçoit les effets sur toute la personne d'un houleux tenu pour mort après une submersion, ou par la vapeur explosive, ou par la vapeur suffocante, on ne peut se dissimuler qu'il n'est pas possible d'affecoir un plan de traitement bien sûr, & l'on est obligé en même

(a) Les variétés qui s'observent sur le cadavre d'un noyé, se trouvent bien décrites dans le *Synopsis praxos medica*, de M. Lieutaud, liv. I, sect. III, page 205, tome II.

tems d'avouer qu'il est en conséquence assez difficile au médecin d'agir dans cette occasion en homme éclairé & en homme prudent. En faisant même abstraction de l'étiologie du mal, encore ensevelie dans les ténèbres les plus profondes, si l'on veut simplement envisager l'état du noyé ou du suffoqué comme syncopique ou comateux, on fait combien le traitement en est délicat, & exige une sage lenteur & une attention scrupuleuse, à raison ou de la cause ou du degré qui sont inconnus, ou du tems qui s'est écoulé entre l'accident & l'application des secours.

631. S'AGIT-IL des noyés ? Il s'en est vu qui ont été rappelés à la vie par la chaleur d'une peau de mouton, dans laquelle on les a enveloppés, par la chaleur d'un bon feu, d'un bain de cendres ou d'eau, ou de fumier échauffé, ou par la chaleur du lit, du soleil. On a réussi à en sauver d'autres, en étendant le corps sur le pavé froid, & en faisant tomber de haut & par jet, de l'eau froide sur les membres. C'est bien là un de ces cas dont Hypocrate disoit, en commençant ses aphorismes, que l'expérience est trompeuse, & le jugement difficile. Ne pourrait-il pas arriver que le lit bien baigné, le tas de fumier, fussent, dans quelques occasions, plutôt dangereux qu'efficaces ? La première impression du chaud & du froid, décidée avantageuse, son application continue ne pourrait-elle pas être nuisible ? Ces questions toutes nues font assez voir combien il serait important de chercher l'explication des différens succès obtenus par des moyens tout-à-fait opposés.

632. QUOIQ'IL y ait une différence grande & réelle entre l'évanouissement profond appelé *syncope*, & la *lipothymie* qui n'en est qu'un premier degré, & l'*asphyxie* qui constitue l'état des noyés & des suffoqués, ce qui se pratique très-ordinairement dans le premier degré que l'on fait être très-fréquent, mérite ici une attention particulière. La sueur & la transpiration insensible, condensées par le froid, sont répandues en gouttes sur toute l'habitude extérieure du corps ; l'idée ne vient point alors de réchauffer ; le secours est tout opposé : on court à l'eau fraîche, on en jette sur le visage de la personne évanouie. Qu'en résulte-t-il ? Le malade se ranime sur-le-champ ; le mouvement du cœur se rétablissant, détermine dans le sujet une agitation précipitée, une espèce de secousse automatique, peut-être comparable à celle que l'enfant qui vient au monde éprouve en éternuant.

633. QUELQUES observations apprennent les heureux succès de l'immersion subite des léthargiques dans l'eau froide. S'il y avait sur cet objet un parti à prendre dans cet embarras, le plus sûr, ou qui présenterait moins d'inconvéniens, serait de recourir aux frictions sèches, qui n'éveillent pas tumultueusement la chaleur naturelle. Dans le cas où l'on jugerait nécessaire de réchauffer le corps du malade, il serait encore de la plus grande conséquence de bien faire attention à la différence de la saison dans laquelle il

s'agirait d'employer ce moyen. Il paraît plus que raisonnable de penser qu'il est des tems où la grande chaleur donnerait une exclusion absolue à ce moyen, & qu'il serait plutôt nécessaire de songer à corriger la température brûlante & animée de l'air extérieur; je voudrais même qu'on eût soin de jeter force feux d'eau fraîche autour du corps. Dans cette occasion sur-tout, que risquerait-on de lui en jeter sur le corps? La seule apparence d'analogie entre la simple défaillance dans laquelle on pratique ce moyen, & un évanouissement synoptique, est de nature à suggérer & à autoriser l'application du même moyen (a). Je laisse juger les personnes de l'art, pour lesquelles l'oc-

(a) Depuis que ceci est disposé pour l'impression, j'ai été à portée de faire cette réflexion avec grand regret de n'avoir pu mettre mon idée à exécution. Le 26 juin 1772, à trois heures après-midi, je me trouvais, dans mes courses d'affaires, sur le quai de la Greve, sortant de la rue des Barres, pour gagner le port Saint-Bernard, au moment qu'une grande affluence de peuple sur les deux quais me fit soupçonner qu'il venait de se noyer quelqu'un. L'idée me vint à l'instant que je pourrais être de quelque utilité dans cette conjoncture. Une chaleur insupportable, qui n'avait pas besoin d'être jugée par l'inspection du thermomètre, m'annonçait que l'opération des secours, dans l'endroit fixé par l'hôtel-de-ville, ferait des plus pénibles pour les personnes qui voudraient y prendre part. (Chez moi, où j'en avais pas diné, elle parut si extraordinaire, qu'elle fut marquée à mon thermomètre à 32 degrés; & il fut rapporté à notre séance de l'académie du lendemain, que le thermomètre de l'observatoire avait marqué le même nombre de degrés.) Le mal-aise que j'éprouvai, n'ébranla point l'espoir & le desir que j'avais d'être témoin & participant des tentatives qui allaient être faites; je retournai sur mes pas, & me jetai à la hâte dans le corps-de-garde qui est sur le port, avant que la foule en eût rendu les approches difficiles. Quelques minutes après, on y porta un jeune homme, *Louis Gasconins*, qui venait d'être retiré de l'eau, noyé depuis vingt-cinq minutes. J'eus le

chagrin d'être frustré d'une satisfaction qui eût été une des plus touchantes pour moi, celle d'avoir concouru à la resusciter. L'air étouffant que l'on respirait dans le corps-de-garde, ne permettant point d'en attendre, je me retirai deux heures après, mon habit pénétré de ma sueur, laissant ceux qui manœuvraient dans une situation qui ne peut se décrire, par la manière dont la sueur dégoûtait de leur visage. Les observations dont je fis part à cette occasion à M.M. du bureau de la ville, viennent tout-à-fait à mon sujet: je vais les placer ici.

« Dans les grandes chaleurs de l'été, le corps-de-garde n'est pas un endroit propre à l'administration de ces secours: ce bâtiment est fermé, & ne reçoit du jour pour l'ordinaire que par une fenêtre & par la porte; l'air y est trop serré & privé de l'élasticité qui, dans le cas dont il s'agit, est encore plus nécessaire que dans toute autre occasion; il conviendrait alors d'exécuter tout ce qui est nécessaire sur la rivière, dans un bateau. On y trouverait de plus l'avantage d'être débarrassé de toutes personnes inutiles qui trouvent moyen d'avoir accès dans le corps-de-garde, & qui ne font que gêner par leur curiosité les opérations, priver davantage l'air de son ressort, &c. Il conviendrait donc d'interdire strictement l'entrée à toute espèce de gens, quand le nombre de ceux qui font utiles ou nécessaires est suffisant. Ce ne fut pas une des moindres de mes occupations, de

caison d'être appellées, ou de se trouver présentes à ces événemens, doit être une obligation d'approfondir ces réflexions, que je leur soumets volontiers, & je passe à la révision succinte que j'ai annoncée, de chaque article de l'avis imprimé. 1. La première chose est donc de porter le corps au grand air, d'éviter même, sur-tout si c'est en été & en temps chaud, de le porter dans une chambre; & dans le cas où cela sera jugé plus convenable, de n'y admettre absolument que le monde nécessaire, afin de ne pas échauffer l'air d'un endroit qui peut déjà se trouver étroit & peu aéré. 2. La faute qui se commet le plus ordinairement & le plus facilement dans ces sortes d'occasions, sont les violences que l'on fait au corps du sujet, soit en lui donnant des attitudes forcées & contre nature, soit en mettant trop de précipitation pour le transporter de l'endroit où il est d'abord déposé, à celui où on le traite, & dans les différentes postures que peuvent exiger les moyens convenables à sa situation. Quelques secours qu'on administre en pareil cas, on doit avoir grande attention à éviter toute espèce de secousse rude : il faut toujours avoir présente à l'idée la possibilité que le sujet n'est pas mort, & qu'il est dans le plus grand danger d'en être à ce point; en conséquence on sent de combien de ménagemens on doit user en voulant le secourir. La position de la tête est particulièrement à considérer; cette partie doit être un peu inclinée en-devant, la position renversée en-arrière est contraire au retour du sang. 3. Après avoir irrité & agacé le nez, le palais de la bouche, s'il est possible, avec des barbes de plume, on ne doit songer à recourir aux liqueurs spiritueuses dans la bouche, que lorsqu'on juge que le malade est en état de les avaler. 4. 5. 6. Parmi les différens moyens qui pourraient être conseillés, après qu'on aurait débarrassé les intestins par des lavemens, ou de quelqu'autre manière, l'insufflation de l'air dans les poumons serait, à mon avis, le plus efficace comme le plus facile. L'histoire conserve la mémoire du succès de ce secours, inspiré à un domestique par l'attachement pour son maître, dont il devint le bienfaiteur en lui rendant la vie. Un houilleur suffoqué ne trouverait-il pas au moins dans sa femme, dans ses enfans, ou dans quelqu'un de ses camarades, ce même intérêt? Il n'en est pas de la situation à laquelle il s'agit ici d'apporter ce remède, comme des circonstances malades propres à faire naître une répugnance assez naturelle, ou à faire craindre le moindre danger; beaucoup d'expériences ont constaté l'utilité de cette transfusion du souffle vital dans les

faire sortir quantité de monde qui se succédait sans cesse. Pour ces premiers commencemens, où l'on n'a point encore l'usage & l'expérience de cette pratique, le petit avis instructif devrait être collé sur l'houilleur du couvercle de la boîte,

qui est à la garde du sergent : ce qui a été fait depuis. Cet officier, dans le cas où il n'y aurait ni médecin ni chirurgien, ferait procéder à chaque manœuvre dans l'ordre successif indiqué.

organes qui sont le principal mobile de la respiration. Vis-à-vis d'un homme récemment étouffé, la générosité de celui qui appliquerait ce moyen, ne pourrait l'exposer à aucun risque, & répandrait certainement sur les jours, au cas de réussite, la plus vive & la plus douce satisfaction qu'un homme puisse éprouver. Feu le célèbre M. le Cat avait fait plusieurs expériences sur ce sujet, à cela près qu'il aurait dû, ce me semble, ne pas choisir de jeunes animaux nouveaux nés. Ce qu'il pensait de la manière de communiquer, dans ces occasions, de l'air dans les poumons, mérite considération. Cet anatomiste physicien désirait, pour perfectionner cette première méthode, que l'on inventât un syphon qui pût être introduit par la glotte dans la trachée-artère, en relevant l'épiglotte avec quelque instrument convenable. Il souhaitait encore qu'à ce syphon on adaptât un petit soufflet : son idée était, qu'après avoir réchauffé les poumons par l'insufflation immédiate ou autrement, l'air extérieur & modérément frais, introduit par ce soufflet, serait alors beaucoup plus propre que celui de la bouche, à rétablir la circulation des liqueurs. Dans les cas où il serait bien décidé que l'air frais ne fût pas préférable, je pencherais fortement pour l'inspiration immédiate bouche à bouche, doucement & par degrés : il suffit en général d'être prévenu pour cette opération, de quelque manière qu'on s'y prenne, que les mâchoires du sujet, souvent très-fermées l'une contre l'autre, doivent d'abord être écartées, & que la force nécessaire pour cela doit cependant être ménagée à un certain point ; sans quoi l'on risquerait de luxer la mâchoire inférieure. Cet écartement fait, il ne s'agit plus, en procédant à l'insufflation, que de fermer le nez & la bouche du sujet le plus exactement possible. Quand on estime à propos de faire des injections de vapeurs en manière de lavemens, il serait quelquefois nécessaire de vider le gros intestin des matières dont il pourrait être embarrassé, & qui s'opposeraient à l'introduction de la fumigation. Que les lavemens soient de vapeurs ou de liquides, il est essentiel, pour le succès de ce moyen, de porter grande attention à l'attitude qu'il convient de donner au corps, qui doit décrire une courbe, & être penché sur le côté droit, en évitant que le ventre éprouve aucune sorte de compression. 7. La saignée de la jugulaire pour secourir les noyés, paraît évidemment utile. Comme dans cette circonstance la compresse ne peut guère être assujettie sans inconvénient sur la plaie après l'opération, il paraît tout simple d'y suppléer par une petite languette de *sparadrap*, ou de toute autre emplâtre agglutinative, appliquée sur la plaie, & contenue avec la main jusqu'à ce qu'à l'aide de cette chaleur il se soit collé sur la peau. Quant à la bronchotomie proposée dans l'avis imprimé, ainsi que par plusieurs praticiens, comme un secours très-utile, l'auteur des observations sur les noyés remarque judicieusement que

cette opération de chirurgie est conseillée sans raison. Il a discuté cet article en homme éclairé ; mais cela n'était pas bien nécessaire : l'insufflation, qui remplit l'intention de faire passer de l'air dans les poumons, exclut nécessairement la trachéotomie.

Tentatives à faire sur les ouvriers suffoqués dans les mines, pour les rappeler à la vie, ou au moins pour constater la mort absolue de ceux qui ont éprouvé, soit cet accident, soit celui de la submersion.

634. Nous avons rendu un compte simplement historique de ce qui se pratique parmi les houilleurs vis-à-vis de leurs camarades suffoqués dans les mines, quand l'accident n'est qu'à un degré assez léger pour céder aux moyens dans lesquels leur expérience est circonscrite. Dans le cas où l'asphyxie est portée au plus haut point, jugée par le non-succès sans ressource, c'est à la médecine à ajouter de nouveaux moyens : elle seule peut substituer à une routine, ou qui abandonne légèrement la partie, ou qui se déconçoit aisément, une marche méthodique soutenue, autant que la situation permet raisonnablement d'espérer encore de la vie du malade.

635. S'IL est possible de parvenir un jour à un but aussi désirable, il est hors de doute que ce ne sera qu'en revenant, avec une sérieuse attention, sur les différentes relations connues qui renferment quelque détail, quelques circonstances, soit sur l'état qu'ont éprouvé ces ouvriers avant d'être entièrement suffoqués, soit sur ce qu'ont rapporté ceux qui ont été assez heureux pour échapper à la mort, soit enfin sur ce qui se fait remarquer dans leur individu lorsqu'ils ont été guéris. Les observations de M. Triewald, qui a lui-même tâté cette vapeur suffocante, celles de M. l'abbé de Sauvages, que nous avons rapportées, celles de M. le Monnier le médecin, & toutes celles que l'on pourra recueillir sur cet objet, sont de la plus grande conséquence, & doivent servir de base à toutes les méthodes à imaginer pour le traitement d'un accident qui tient à ce que l'on connaît de plus compliqué dans la mécanique du corps animal, je veux dire la respiration.

636. IL n'est pas indifférent de rapprocher de ces relations ce qu'ont pensé sur la situation en elle-même dont il s'agit, quelques écrivains de poids ; tout, en pareille-matière, peut concourir à faire appercevoir ce que l'on cherche. Je vais essayer d'aider à découvrir une route sûre dans ce traitement, en exposant ce qu'ont avancé MM. Triewald, Henckel & Brovallius. La suffocation dont parlent ce dernier & M. Henckel, dans son Traité des maladies des mineurs, est occasionnée par des moissettes métalliques. Selon toute apparence, elles ne sont pas comparables, dans tous les points, aux vapeurs des carrières de charbons, si l'on en excepte celles dont le charbon est pyri-

teux, ou, selon nous, *pyritoso-bituminosum* (a). La masse d'air ramassée dans ces mines, est en général, quant au mélange de parties étrangères, bien différente de celle des mines de cuivre, de plomb, &c. Cependant les phénomènes de la suffocation dans toute espèce de souterrains, se rapportent assez entr'eux dans les points essentiels. Les observations sur cette matière dans les mines métalliques, ne sont donc pas absolument étrangères à celles qui ont été faites dans les carrières de charbon (b). Il paraît qu'on est en conséquence fondé à raisonner à peu près de la même manière sur la méthode de secourir les ouvriers étouffés dans tout endroit renfermé, sauf l'augmentation que le volume de l'air peut avoir acquis par une addition à sa matière propre, & qui peut donner sujet à interprétation ou à restriction relativement à ce mélange.

637. M. Triewald assure que, dans une mine chargée de vapeurs, il ne s'est pas trouvé autrement incommodé, quand la lumière s'éteint, que de se sentir lourd & gagné par une envie de dormir. Il croit pouvoir juger par son expérience, que ceux qui périssent de l'effet de cette vapeur, périssent d'une mort très-douce, & n'éprouvent que ce que ressentirait une personne qui périrait de l'effet d'une grande lassitude. Il rapporte que les ouvriers retirés à tems & promptement d'une mine où ils ont été surpris par l'effet résultant de cette exhalaison, reviennent entièrement lorsqu'ils sont ramenés à l'air froid, quoiqu'ils ne donnent aucun signe de vie.

638. DANS les mines d'Angleterre, le *common-damp* donne des convulsions aux ouvriers (c) ; les vapeurs des mines d'Alais portent d'abord à la bouche un goût d'amertume (d), & ensuite de l'étouffement (e). Celles des mines d'Auvergne ont fait éprouver à M. le Monnier un gonflement du visage & de la gorge, cuisson aux yeux, larmolement, tintement des oreilles, étourdissement. (f)

(a) On doit remarquer que toutes les fois que nous avons conservé le mot *sulfureux*, adopté dans le langage des ouvriers de mines, nous entendons *pyriteux*, pour marquer l'alliage particulier qui se trouve avec la portion bitumineuse.

(b) M. Brovallius, dans son mémoire, pense aussi que la suffocation ou l'asphyxie dans les mines de Quekna, peut autant provenir du défaut de circulation de l'air, que de la nature arsenicale prétendue de ces moffettes, quoique M. Henckel ait démontré la présence de ce poison en petite quantité dans la pyrite jaune, alliée ordi-

nairement au cuivre.

(c) Parce que peut-être il est chargé d'acide vitriolique.

(d) Qui pourrait indiquer une exhalaison bitumineuse.

(e) Sans doute à raison de l'épaisseur & de la pesanteur de cette moffette.

(f) Ces symptômes demandent, comme pour les autres mines, à être rapprochés de la nature du charbon des mines d'Auvergne, qui est en général un mauvais charbon *pyriteux*, & de l'effet de la vapeur de la mine de cuivre *pyriteuse* de Quekna.

639. SELON M. Henckel, dans un ouvrier suffoqué par les moffettes métalliques, la tête & les poumons sont affectés. Cet auteur pense, pour ce qui est de la tête, que ces vapeurs, en pénétrant par le nez jusqu'au cerveau, exercent immédiatement leur action sur ce viscère : ce qui produit l'étonnement & la perte de sentiment qui précède même la suffocation. Quant à l'affection des poumons, qui est un accident concomitant de l'état des houilleux, M. Henckel opine que la moffette prive ces organes de l'air nécessaire à leur développement ; il estime que, par le resserrement qu'elle occasionne dans les cellules pulmonaires, & dans les ramifications des bronches, elle interrompt la circulation, & produit la suffocation. Le traitement proposé par cet auteur, se réduit à faire respirer au malade un air frais, le secouer, lui souffler de l'air dans la bouche, le saigner, lui donner quelque infusion chaude, pour chercher à le faire suer.

640. DANS la manière dont M. Henckel juge de l'état de suffocation par les moffettes métalliques, on entrevoit qu'il a regardé comme maladies distinctes, deux lésions de fonctions, qui l'une & l'autre ne dépendent que d'une même cause, & qui sont sympathiques, soit par les nerfs, soit par les vaisseaux sanguins. L'auteur paraît tenir au sentiment des anciens, qui admettaient comme possible la communication immédiate des vapeurs quelconques dans le cerveau. Il est arrivé quelquefois que des personnes sont tombées dans un profond sommeil pendant la distillation de substances somnifères. Un auteur a publié quelque part que, conservant dans son cabinet des pommes de mandragore, il s'était trouvé fort assoupi, ce qu'il attribuait aux émanations de ces fruits. L'observation la plus frappante en ce genre, & la plus singulière sans contredit, si elle était vraie, c'est celle rapportée dans le *Sepulchretum* de Bonnet, de taches de soufre remarquées dans le cerveau d'un homme qui fut tué par la foudre (a) ; mais elle passe toute croyance, & les connaissances anatomiques ne permettent pas d'expliquer, comme M. Henckel, l'embarras qui se manifeste dans la tête des ouvriers étouffés par les vapeurs de mines : le cerveau n'est ici affecté que *per consensum*.

641. UNE des circonstances, qui me semble remarquable, c'est la maladie consécutive qui se déclare dans les ouvriers échappés du danger de la mort, où les jetait ce profond évanouissement à la suite de la suffocation. Cette toux qu'ils conservent toute leur vie, ne pourrait-elle pas jeter quelque jour sur l'état primitif ? Dans le *Recueil d'ouvertures de cadavres*, par Bonnet, l'observation 39, sect. III, liv. I, (b) est accompagnée d'un commentaire succinct, qui n'est pas ici indifférent : *An lethargus a pulmone esse potest ? ita sane.* &c. Il était son sentiment sur un passage d'Hippocrate, 2 & 3 de morbis,

(a) De suffocatione, lib. II, sect. II, obs. 45.

(b) De soporosis affcibus : lethargus symptomaticus, a pulmonum vitio inclusus.

touchant les maladies léthargiques, & particulièrement sur un endroit de ses pronostics (a), qui a été diversement interprété par les commentateurs, où Hyppocrate fait entendre que souvent la léthargie dépend des affections de poitrine, & se termine par une affection de cette capacité. Il nous suffit d'avoir dirigé ou fixé sur ce point l'attention des personnes de l'art qui seront dans le cas de suivre ces sortes d'observations. Nous allons maintenant nous occuper des secours convenables aux ouvriers suffoqués dans les mines. La méthode générale exposée par M. Lieutaud, remplit à cet égard ce que l'on peut souhaiter. Afin d'aider le lecteur à en faire une comparaison utile & raisonnée, avec ce qui doit être remarqué dans la pratique des mineurs, nous donnerons la traduction de cette partie de l'ouvrage de l'habile médecin. (b)

642. Dans les différens écrits publiés en faveur des noyés, on a grand soin d'avertir les personnes qui entreprennent de prêter la main aux secours qu'on administre en pareil cas, de ne point se décourager d'un manque de réussite; souvent elle n'a lieu que plusieurs heures après une persévérance soutenue. Il nous a semblé intéressant d'assigner en quelque façon les limites qui peuvent séparer l'espérance du succès, de ce qui annonce le non-succès. Cette courte addition, que nous avons jugé devoir faire, nous a semblé propre à soutenir le zèle & l'empressement charitables dans ceux qui secourront ces malheureux.

Méthode abrégée pour secourir les personnes suffoquées accidentellement.

Indice auquel on peut juger du tems qu'il convient d'abandonner les tentatives.

643. " TRANSPORTER le malade au grand air, lui jeter de l'eau froide sur le visage (c), lui souffler dans la bouche, présenter au nez du vinaigre & toutes sortes de liqueurs pénétrantes, & employer d'abord la saignée. Quelques-uns proposent l'émétique. Le sàvant auteur ajoute : *num recte ? ceteris judicandum relinquimus.* (d) Les anti-spasmodiques & les

(a) *Prænotion. coac. n. 145.*

(b) *Lib. I, sect. III, suffocatio.*

(c) Je crois que ce serait bien là le cas d'en jeter sur tout le corps du malade; néanmoins si l'on pouvait être sûr, dans un houi-leur suffoqué, que la frayeur est entrée pour quelque chose dans l'état où il est réduit, n'y aurait-il pas du risque à ne pas le réchauffer? L'air frais ou tout autre, présenté à l'inspiration, qui peut n'être pas entière-

ment abolie, paraît, d'après l'expérience des houi-leurs, être capable d'un effet très-heureux; il pourrait convenir de même dans les cas de suffocation par la vapeur du charbon.

(d) L'application du vomitif, qui est très-indiqué pour les noyés, pourrait être fâcheux pour les houi-leurs suffoqués, si l'état provenait de l'effet de la frayeur.

„ tempérens qui paraissent avoir réussi quelquefois , sont encore assez équi-
 „ voques, „ *par la difficulté de juger si l'état est compliqué de spasme, comme*
on a vu que cela arrive quelquefois. „ Les sternutatoires actifs, les lavemens
 „ acres & stimulans, les frictions avec des étoffes rudes, les ventouses sca-
 „ rifiées, & ce que l'art prescrit en général dans les affections soporeuses
 „ & comateuses. „

644. DANS les mines de Quekna en Norwege, les seuls remèdes employés
 sont le vinaigre & la thériaque : cela ne réussit pas toujours. Veut-on enfin,
 conformément au louable précepte de Zacchias, ne rien omettre de tout ce
 qui peut aider à découvrir au moins si la vie subsiste encore, ou si elle est
 éteinte ? on doit, avant de renoncer à toute espèce de tentative, consulter
 les yeux du sujet : c'est une des remarques de l'auteur recommandable dont
 nous empruntons la méthode de secourir les hommes suffoqués accidentel-
 lement. Cet avertissement ne pouvait être négligé par un écrivain qui
 réunit dans sa personne le savoir avec l'amour de l'humanité.

645. L'OBSERVATION qui, de la part des hommes auxquels l'autorité pu-
 blique confie la santé des citoyens, doit s'étendre jusques sur les cadavres,
 établit pour fait constant & certain, qu'après la mort les yeux deviennent
 flasques & moux, s'affaissent & se détruisent d'une manière particulière à l'oc-
 casion d'une diminution de l'humcur vitrée ; que la prunelle se rétrécit un
 peu, & quelquefois d'une façon marquée ; que jamais elle n'est beaucoup
 dilatée (a). Il est en même tems bien reconnu qu'on ne connaît pas d'exemple
 de ce changement dans aucune des autres révolutions qui arrivent au corps
 animal, au point que cet affaissement & cette mollesse du globe de l'œil,
 joints à cette apparence de toile glaireuse dans un sujet qui ne porte sur les
 paupières aucune marque de maladie antérieure, paraissent pouvoir fournir
 des preuves de la mort. Il n'est pas, en conséquence, inutile de rapporter en en-
 tier ce qu'a dit à ce sujet le célèbre anatomiste, auteur de la thèse sur l'incer-
 titude des signes de la mort. (b) Premièrement, en écartant ou en ouvrant
 tout doucement les paupières, la cornée transparente est couverte d'une es-
 pèce de membrane ou de toile glaireuse très-fine, qui se fend en plusieurs
 morceaux quand on y touche, & que l'on emporte facilement en essuyant la
 cornée. Dans ceux qui meurent, les paupières ouvertes, cette toile ternit
 quelquefois la cornée au point de faire presque disparaître la prunelle ; cette
 toile paraît être formée d'une lympe qui suinte naturellement par les pores
 de la cornée transparente, dont Stenon parle dans son Traité des glandes &

(a) Cet état est vulgairement désigné
 par les gens du peuple en plusieurs pays,
 & même en France, par cette expression,
les yeux sont crevés, le larmier est crevé.

(b) Observation sur la porosité de la
 cornée transparente, par M. Winslow.
 Mémoires de l'académie royale des sciences,
 ann. 1721, page 310.

des muscles. On fera bien ensuite, selon le conseil de M. Lieutaud, de recourir à l'application de larges vésicatoires & de fers rouges à la plante des pieds.

646. POUR exciter la vigilance & l'humanité des personnes qui se trouveraient à portée d'assister ces ouvriers dans cette situation, l'auteur termine le plan de traitement qu'il propose, par une invitation à laquelle nous croyons devoir donner place ici (a). Dès l'instant qu'il est démontré que la vie des ouvriers de mines, noyés ou suffoqués, dépend des secours à leur donner, & de la manière d'y procéder, la négligence, encore plus l'indifférence sur ce point, seraient impardonnables. Les propriétaires, entrepreneurs, directeurs, ou autres intéressés dans les mines, doivent en conséquence regarder maintenant comme meuble indispensable de houillerie, un appareil de tout ce qui convient à ces secours. J'aime à croire que, dans les endroits où ces travaux s'exécutent par des particuliers, un seigneur, un curé de paroisse, s'empresseront de pourvoir généreusement le corps des ouvriers de cette précaution : ce qui me détermine à donner ici, comme je l'ai annoncé, l'état de ce qui entre dans la caisse nommée à Paris *boîte-entrepôt*.

Description de la boîte portative, contenant les choses qui servent à secourir les noyés, d'après l'établissement que la ville de Paris a fait en leur faveur, pl. XXXV.

647. CETTE boîte, qui est faite de bois, a (y compris les épaisseurs des bois, qui ont 5 lignes) 12 pouces de haut, 18 pouces de long, 9 pouces de large. Toutes les parties en sont assemblées solidement & proprement en queue-d'aronde. On a pratiqué dans cette boîte, différentes séparations, dont deux reçoivent chacune une bouteille de pinte remplie d'eau-de-vie camphrée, animée avec l'esprit volatil de sel ammoniac. Une troisième séparation est destinée à recevoir le bonnet & les deux frottoirs de laine roulés ensemble, dans lesquels on a enfoncé, de manière à les faire appercevoir en ouvrant la boîte, deux tiges de la canule fumigatoire, & la canule à bouche. Au-dessous du bonnet & des deux frottoirs, dans le fond de la boîte, on a placé les deux bandages à saignée, roulés avec leur compresse. Ces deux bandages sont le seul article essentiel qu'on n'a pu représenter dans le détail en appertu qu'on va faire de la boîte. Une quatrième séparation est une tablette pratiquée pour la machine fumigatoire, dans le fourneau de laquelle on loge le flacon bouché en cryстал, qui contient l'esprit volatil

(a) *Quæ omnia alia quidem sane mente tenere debent medici suis munitis personis herentes; ne prius quam moriantur, horrendum dictu! sepultura tradantur quavis causa suffocati.*

de sel ammoniac. Une cinquième séparation est une autre tablette apparente à l'ouverture de la boîte & à sa surface interne, faisant le dessus de la machine fumigatoire. Cette tablette est fermée de tous les côtés, & forme à peu près un carré d'un pouce & demi de haut, dans lequel on voit quatre rouleaux de tabac à fumer, d'une demi-once chaque, & une petite boîte renfermant plusieurs paquets d'émétique, de trois grains chaque. Dans le fond de cette *boîte-entrepôt*, & sous la machine fumigatoire, on aperçoit le soufflet. On voit, dans cette boîte, un petit piton à vis, d'ou pend, par le moyen d'une ficelle, un nouet de soufre & de camphre, uniquement ajouté ici pour la conservation de la couverture & des autres ustensiles de laine, dont il occupe toujours le milieu. Par-dessus la couverture, on voit la canule fumigatoire, la cuiller de fer étamé, & les brochures contenant les détails des succès obtenus depuis l'établissement. On a soustrait ces brochures comme inutiles à représenter figurément. Pour l'intelligence & la facilité dans l'administration des secours à donner, on a pensé qu'il serait utile de coller en-dedans du couvercle de cette boîte, l'usage qu'on doit faire des différens articles ci-dessus, comportant les secours. Enfin, au-devant de la boîte, on affiche une feuille imprimée, qui présente, en précis & par ordre, les secours à administrer aux noyés, & les conditions qu'on fait aux personnes qui veulent bien s'en charger. La serrure de cette boîte est solide & proprement faite; & pour empêcher qu'elle ne soit susceptible de la rouille, on a eu l'attention de faire appliquer par-dessus deux couches de vernis. On a évité de la fermer avec une serrure à clef, parce qu'on a fait réflexion que la serrure peut se mêler, que la clef peut se perdre, & que, lorsqu'on voudrait faire usage des secours, si cet accident arrivait, on serait obligé, pour ne pas perdre de tems, de briser la boîte, en faisant sauter la serrure. On voit, par ce détail, qu'on a tâché de tout prévoir, autant qu'on l'a pu.

Inventaire indicatif & figuré de la boîte portable, dont on a supprimé le couvercle ainsi que le devant, afin qu'on puisse plus facilement voir dans sa place chacun des objets indiqués par des lettres relatives.

648. A, quatre rouleaux, chacun d'une demi-once de tabac à fumer. B, une petite boîte renfermant plusieurs paquets d'émétique, de trois grains chaque. C, une bouteille de pinte remplie d'eau-de-vie camphrée, animée avec l'esprit volatil de sel ammoniac: on ne voit qu'une partie du col de cette bouteille; le reste se trouve caché, dans la profondeur de la boîte, par la tunique ou chemise de laine, *fig. 3*. D, flacon de crystal contenant de l'esprit volatil de sel ammoniac. Il ne paraît pas dans la boîte, parce que sa place est

dans le fourneau de la machine fumigatoire, où on la tient logée lorsqu'on ne se sert pas de la machine. E, tuyau ou canule fumigatoire. F, cuiller de fer étamé. G, nouet de soufre & de camphre. H H, couverture de laine en forme de tunique. I, I, deux tiges du tuyau fumigatoire, pour faire parvenir la fumée de tabac dans les intestins; l'une supplée à l'autre, lorsqu'elle se trouve engorgée. K, canule à bouche. L, M, bonnet de laine roulé avec les deux frottoirs de laine. N, seconde bouteille de pinte remplie d'eau-de-vie camphrée, animée d'esprit volatil de sel ammoniac. O, soufflet à une seule ame ou soupape en cuir. P, la machine fumigatoire reposant sur une tablette pratiquée exprès: elle loge, dans son fourneau, le flacon d'esprit volatil de sel ammoniac. D. Q, corps de la boîte-entrepôt, dont on a supprimé le devant & le couvercle. *Nota.* On n'a pu représenter à l'œil deux bandages à laignée, des plumes pour chatouiller le dedans du nez & de la gorge, & des imprimés qui indiquent la manière de faire usage de toutes les choses contenues dans la boîte-entrepôt.

Développement de la boîte.

649. FIG. 1, la machine fumigatoire montée avec son soufflet A, fixée B par une fiche de fer qui traverse le manche C de la machine D, par le moyen d'un trou qu'on a pratiqué au manche C & à la douille E du soufflet A; de manière qu'on peut faire faire à la machine, ainsi assujettie, tous les mouvemens possibles, en les dirigeant avec le soufflet; & l'on est dispensé de toucher à la machine lorsque le tabac est allumé, autrement on se brûleroit. F, chapiteau ou couvercle de la machine. G, tubulure ou cheminée du chapiteau. H, bouchon de liege, fermant la cheminée G du chapiteau F, dont l'usage est de pouvoir juger à quel point le tabac fournit de la fumée. I, bec ou canal du chapiteau F qui conduit la fumée du tabac jusques dans les intestins. K, bout de cuivre étamé, ou gorge dans laquelle s'insere le bec I du chapiteau F, pour la direction de la fumée jusques dans les intestins. L, tuyau fumigatoire: c'est une spirale en ressort à boudin, de fil de laiton recouvert d'une peau blanche de mouton, collée avec de bon empois. M, canule de buis terminant le tuyau fumigatoire. Cette canule est composée de deux pieces, dont le n^o. 3 est fixé au tuyau fumigatoire L, & fait corps avec lui; & le n^o. 4 est la tige d'une canule ordinaire, qu'on peut retirer & remettre à volonté, pour pouvoir lui substituer une autre tige dans le cas où, pendant l'opération des secours, la première viendrait à s'engorger par la matière qui se trouve quelquefois retenue dans les gros intestins. Le soufflet A a cinq pouces & demi de long, depuis sa partie circulaire A jusqu'à son muflle *aa*; sa plus grande largeur est de trois pouces quatre lignes. Le muflle *aa* a seize lignes, réduites à douze près de la

tuyere ou douille E, laquelle a deux pouces & demi de long, & est percée dans toute sa longueur, pour communiquer le vent du soufflet. La machine fumigatoire A A, *fig. 2*, sans son couvercle, a trois pouces de haut, y compris la gorge B B, qui seule a trois quarts de pouce; cette gorge est de cuivre jaune, poli autour, & a près de deux lignes d'épaisseur. Le manche C a trois pouces & demi de long, & dix lignes de diamètre. Le corps de la machine est de cuivre rouge étamé, & toutes ses parties sont brasées à soudure forte; de manière que, quelle que soit la chaleur qu'on peut faire endurer à cette machine, il n'y a pas à craindre que les soudures manquent, ce qui interromprait l'opération. Le diamètre de la gorge de la machine A A est de vingt-une lignes, & celui du fond du fourneau est de vingt-quatre. Le couvercle ou chapiteau F, a deux pouces de haut, non compris sa tubulure ou cheminée G, qui a six à sept lignes de haut, sur autant de diamètre. Le bec ou canal I du chapiteau F est long de quatre pouces: il a six à sept lignes de diamètre, à la base qui est soudée au chapiteau, & se réduit à deux lignes à l'extrémité qui s'ajuste à la gorge du tuyau fumigatoire L. Le tuyau fumigatoire L a quatorze à quinze pouces de long; c'est une spirale en ressort à boudin de fil de laiton, recouvert d'une peau blanche de mouton, collée avec de bon empois; sa partie supérieure, n°. 1, est de cuivre rouge étamé; elle forme la gorge dans laquelle on insère le bec I du chapiteau F, lorsqu'on veut faire manœuvrer la machine. Ce tuyau L, n°. 2, est terminé par une canule, n°. 4, composée de deux pièces, dont le n°. 3 est fixé au tuyau fumigatoire L, & fait corps avec lui; & le n°. 4 est la tige d'une canule ordinaire qui peut être changée à volonté, dans le cas où elle s'engorgerait pendant l'usage qu'on en ferait; & c'est pour cette raison que, dans l'inventaire de la boîte, on a mis deux tiges de canule indiquées par les lettres I I. On observe que le tuyau fumigatoire L, adapté à la machine toute montée, est coupé, pour ne pas le représenter deux fois dans toute sa longueur; mais il est figuré en entier, & indiqué par les chiffres 1, 2, 3, 4, *fig. 9*. La *figure 2* représente la machine fumigatoire A A ouverte; on en a fait la description assez détaillée dans la *figure première*, pour n'y pas revenir. *Fig. 3*, la couverture de laine en forme de tunique ou de chemise; on a donné la forme d'une tunique à cette couverture qui sert à envelopper les noyés, pour la facilité de les couvrir promptement, & de les garantir de l'impression de l'air extérieur. (a) On voit assez combien cette forme est commode

(a) Voyez les observations générales, sous le titre : *Réflexions sur les différents moyens conseillés dans l'avis publié en 1740*, page 996. L'achat de cette boîte, qui est du prix de 48 livres, une fois fait,

constitue presque la seule dépense, n'y ayant plus qu'à renouveler les médicaments employés, qui ne se montent guère qu'à 9 ou 10 livres.

à tous égards. On a placé, dans la partie supérieure de cette couverture, des rubans en coulisse pour pouvoir être serrés, afin que les épaules soient couvertes; & les cordons qu'on a cousus aux parties latérales de ladite couverture ou chemise, ainsi qu'aux manches, peuvent être noués, si on le juge à propos. *Fig. 4*, flacon bouché en crystal, rempli d'esprit volatil de sel ammoniac. La place de ce flacon, dans la boîte-entrepôt, est dans le fourneau de la machine fumigatoire. *Fig. 5 & 6*, la cuiller de fer étamé, vue en différens sens. Son cuilleron est terminé par un petit bec, pour la facilité d'introduire dans la bouche des noyés, de l'eau-de-vie camphrée, ou autre liqueur, pour peu que les dents soient desserrées. Ce cuilleron est plus profond que celui des cuillers ordinaires, afin qu'il contienne plus de liqueur, & qu'il puisse suppléer à un gobelet; son manche est dirigé de manière à pouvoir placer la cuiller pleine, sans qu'elle soit exposée à répandre; & l'extrémité du manche est faite pour servir de levier, afin d'écarter les dents si elles étaient trop serrées, en prenant toutefois les précautions nécessaires pour ne pas risquer de luxer la mâchoire du noyé qu'on voudrait secourir. *Fig. 7*, canule à bouche: c'est une canule ordinaire, divisée en deux pièces réunies ensuite par un boyau de peau, large d'un pouce & long de deux, afin d'intercepter à volonté le souffle récurrent, & de garantir la personne qui souffle, des exhalaisons de l'estomac du noyé lorsqu'il commence à revenir. Pour éviter le désagrément qui résulte du retour de ces exhalaisons, il suffit de pincer avec deux doigts le boyau de peau, lorsqu'on cesse de souffler & qu'on veut reprendre haleine. La tige de cette canule est plus forte que celle des canules ordinaires, pour ne pas se casser entre les dents des noyés; ce qui est arrivé dans le commencement de l'établissement: elles n'étaient pas si fortes qu'on les a faites depuis. *Fig. 8*, seconde tige de la canule fumigatoire, pour être substituée à la première, si elle était engorgée. *Fig. 9*, tuyau fumigatoire représenté dans toute sa longueur, avec ses divisions 1, 2, 3, 4, dont le détail se trouve développé à la lettre L.

Ideé générale des machines hydrauliques qui se construisent à la superficie des mines, pour en tirer les eaux.

650. LES inconvéniens que produit l'affluence des eaux dans les mines, ne sont ni moins nombreux ni moins difficileux que ceux qui viennent d'être détaillés, & qui résultent de l'air. A moins qu'on ne détourne, qu'on ne ramasse les eaux, qu'on n'en diminue le volume, elles portent à la pourchasse des ouvrages un préjudice insurmontable: elles nuisent même aux travailleurs, qui peuvent quelquefois être submergés. En faisant attention à la nature de l'eau, on conçoit que l'enlèvement de ce fluide du fond d'une mine,

mine, forme une des opérations importantes de ces sortes de travaux. Les parties dont l'eau est composée, sont ou peuvent être regardées comme absolument dures; prises en masse, elles sont incompressibles, c'est-à-dire, qu'elles ne peuvent être réduites à occuper un volume moindre que celui qu'elles occupent dans leur état naturel: lors même que la circonstance permet de procéder à leur épuisement par *sinnages*, c'est-à-dire, dans des seaux, cet enlèvement des eaux, par rapport à leur pesanteur, fixée ordinairement à 70 livres par pied cube, est un travail pénible & lent; les eaux alors rentrent dans la classe des corps pesans qu'il faut enlever, ce qui fait que nous remettons à traiter cette manière de se débarrasser d'une partie des eaux de mines, lorsque nous examinerons ce qui concerne les machines destinées à enlever des poids en général. Quant à présent, les eaux seront considérées dans le cas qui est le plus ordinaire dans les fouilles profondes, où leur volume considérable exige des moyens & des agens proportionnés, par la force & la continuité, à l'obstacle énorme qu'elles mettent aux travaux, c'est-à-dire, lorsqu'on est obligé, pour le tirer hors d'une mine, de recourir à quelque mécanique compliquée. Toute machine qui sert à élever l'eau d'une profondeur, quelle qu'elle soit, est distinguée en général par le nom de *machine hydraulique*; les pompes, les vis sans fin, les chapelets, les roues même pourraient être appelées *machines hydrauliques simples*; c'est à quoi se réduit dans le fond le grand nombre de machines hydrauliques que l'on a imaginées. Les autres sont composées de celles-là; & à mesure qu'elles sont ou variées ou mûtes par des agens différens, ou plus composées en elles-mêmes, elles deviennent aussi dispendieuses qu'elles sont indispensables dans les mines profondes. Au surplus, les effets des unes & des autres se déterminent, comme ceux de toutes les machines, par les loix connues de la mécanique: il ne s'agit que d'appliquer ces loix à celles de l'*hydraulique*. Sous ce nom qui, dans le sens le plus étendu, peut signifier cette partie de la mécanique qui détermine en général les loix du mouvement des fluides, je ne comprends ici que la science du mouvement des eaux, soit que ce mouvement se fasse selon une direction perpendiculaire, ou selon une direction oblique: ce qui forme deux parties, l'une & l'autre très-étendues & très-difficiles à approfondir; néanmoins ces connaissances réunies à celles de la physique, peuvent seules diminuer l'inconvénient inévitablement attaché à ces sortes de machines, sur-tout de constituer dans de grandes dépenses (a).

(a) A Nordmarck, en Suede, où les mines s'épuisent par un *feldgestange*, les propriétaires, la plupart payfans & ouvriers, n'étant point en état de faire cette dépense, on a obligé ceux des fonderies à

y contribuer dans la proportion des minerais qu'ils tirent de leurs mines, & au jugement du maître des mines. Pour rendre la balance égale vis-à-vis les propriétaires des fonderies, on a fait une taxe des mine-

Leur construction, l'ensemble des différentes parties qui les composent, doivent être assujettis à un examen rigoureux, dépendant de principes qu'un directeur de mines ne peut puiser que dans ces différentes sciences.

651. LES ouvrages indiqués dans l'article des *travaux qui s'exécutent par le secours des machines*, nous dispensent de reste d'entrer dans aucun de ces détails ; nous ne nous proposons même pas de multiplier ici les descriptions, soit de machines hydrauliques, soit de machines à enlever des poids quelconques, auxquelles nous viendrons ensuite ; notre but est uniquement de faciliter l'intelligence de celles qui se trouvent répandues dans plusieurs ouvrages, & de donner des idées précises de la construction & du mécanisme des unes ou des autres. De toutes les machines hydrauliques employées à élever l'eau continuellement, les pompes sont les plus communes & les plus avantageuses. Une espèce de développement de leurs parties essentielles suffira pour ce que nous avons en vue : nous y joindrons une notice générale, des pièces qui en dépendent, ainsi que des principales parties qui entrent dans leur construction, de quelque manière qu'elles soient mises en jeu. Enfin ces généralités seront accompagnées de tout ce qui peut servir d'éclaircissement sur la partie de l'architecture hydraulique des mines, dont nous allons essayer de donner une idée.

Des pompes en général.

652. LES pompes, dont on ne peut se passer dans les *fosses de grand atfour* pour aller chercher les eaux du fond de la mine, sont variées à l'infini : elles peuvent cependant, en général, se rapporter à trois espèces, qui ont chacune des avantages particuliers, ou même à deux, la *pompe foulante* & la *pompe aspirante*. La première agit par pression ou par refoulement, & porte l'eau à une hauteur, sans aucune reprise ; ce que la pompe aspirante ne peut faire que dans la longueur d'une tringle de fer, qui passe dans son tuyau montant ; cette dernière même égale, dans toutes ses parties, à la pompe foulante, amène toujours moins d'eau qu'elle. Dans la pompe aspirante ou commune, l'eau est élevée de bas en haut jusqu'à la hauteur de 32 pieds tout au plus, & jamais au-delà : elle se répète autant de fois qu'il est nécessaire. La troisième, qui élève l'eau beaucoup au-dessus de son niveau, agit par aspiration, & contraint l'eau par refoulement, de monter dans des conduits posés verticalement, ou le long d'un plan incliné. On l'appelle *pompe aspirante & refoulante*.

rais, qui est renouvelée chaque année par le bergmeister, & à laquelle les propriétaires de mines sont obligés de se conformer :

le prix est inférieur à celui que se vendent les minerais des autres mines. *M. Jars*, page 111.

653. LES parties de ces trois especes de pompes sont les mêmes, n'y ayant de différence que dans leur position : nous commencerons par en donner une connoissance abrégée, & nous renfermerons dans des articles particuliers, les détails qui concernent chacune d'elles. Une pompe est formée d'un piston & de deux tuyaux fermés, pour l'ordinaire, dans leur jonction ou dans leur ouverture commune, par une soupape (a) qui s'ouvre de bas en haut; quelquefois elle se met plus bas. De ces deux tuyaux, l'un toujours de *potin* (b) ou de cuivre, & par économie en bois, reçoit le piston, & en conséquence est plus grand : il se désigne particulièrement par le nom de *corps de pompe*, sous lequel on comprend aussi le piston qui, par son mouvement dans ce tuyau, y fait monter l'eau, auquel on donne intérieurement un grand poli, pour la liberté du jeu du piston. L'autre tuyau, qui trempe dans l'eau qu'on veut élever, est nommé *tuyau montant*, ou *tuyau d'aspiration* ; il est un peu évasé, afin que l'eau s'y introduise plus aisément ; & afin qu'en montant elle n'apporte avec elle aucune saleté, on place une plaque de tôle au-dessus de cet évasement.

654. DEPUIS quelques années on garnit le tuyau montant de la pompe foulante, d'une espece de tambour creux, fermé au-dehors de tous côtés, mais qui communique avec le tuyau interrompu dans la partie où il vient déboucher dans ce tambour. Ce tambour est appelé *réservoir d'air*, parce qu'il contient de l'air qui a même densité que celui du dehors; lorsqu'on élève le piston, l'eau qui y monte se répand en partie dans le réservoir à air : elle condense l'air qui y est contenu, elle le réduit à n'occuper que l'espace du réservoir. Lorsqu'ensuite on abaisse le piston, l'air ainsi condensé se dilate par son ressort, force l'eau à descendre du haut du réservoir à air, à son milieu, & à s'élever par conséquent dans la branche qui traverse ce tambour : en continuant le même jeu, l'on voit qu'il monte sans cesse de l'eau dans cette branche, & que le jet, à l'endroit du dégorgeoir, doit être continu, du moins sensiblement. Des faiseurs de pompes prétendent que

(a) Dans les machines hydrauliques, on appelle *valvule*, *soupape*, *clapet*, *crapaudine*, un couvercle ou bouchon dans une ouverture, laquelle peut s'ouvrir pour laisser passer l'eau, mais qui bouche exactement l'ouverture, pour que l'eau ne s'échappe plus. Il sera traité à part de ces soupapes dans tous les détails qui leur sont particuliers.

(b) *Potin*, espece de cuivre dont il y a de deux sortes, l'un composé de cuivre jaune & de quelque partie de cuivre rouge,

& nommé ordinairement *potin jaune*, qui est celui-ci ; l'autre, qui n'est composé que de toutes les scories sortant de la fabrique du laiton, auxquelles on mêle du plomb ou de l'étain, pour le rendre plus doux ; c'est celui dont on se sert pour les robinets. On l'appelle *potin gris*, à cause de sa couleur terne & grisâtre; quelquefois il est appelé *arcot*, qui est le nom que lui donnent les fondeurs. Il se vend trois à quatre sols de moins par livre.

ce réservoir augmente de moitié l'effet de la machine, mais il ne fait que rendre le jet continu ; & la force motrice demeurant la même, le produit du jet est toujours le même. Ce réservoir d'air est donc inutile dans les pompes qui ont simplement pour objet d'élever l'eau : il n'est avantageux que pour les pompes à incendies. Le piston, nommé quelquefois *appareil de pompe*, & dans une pompe à bras, qui n'a pas de corps de pompe, *barillet*, est une espèce de cône tronqué renversé, dont la grande base, pour qu'il entre avec force dans le corps de pompe, est entourée d'une bande de cuir qui est un peu évasée en entonnoir vers le côté de l'ouverture supérieure du corps de pompe. Cette espèce de cylindre de bois, quelquefois de métal, étant levé & baissé par les tringles d'une manivelle dans l'intérieur du corps de pompe, aspire ou pousse l'eau ou l'air, & souvent la comprime & la refoule : il est ouvert dans le milieu, & garni d'une soupape de cuir : lorsque cette soupape est abattue, elle déborde du trou d'un demi-pouce ; & pour qu'elle ferme plus exactement, on la charge d'une planche de plomb : enfin le piston a une queue faite du même morceau de bois dont il est composé, attachée à une tige de fer.

Des différentes espèces de pistons.

655. LES pistons dont on se sert communément, peuvent se réduire à deux espèces, qui sont les *pistons percés*, & les *pistons pleins*. Les uns & les autres se font ordinairement de bois ; mais ils ne sont pas aussi commodes en bois qu'on se l'était imaginé, parce qu'on ne peut les percer par un trou d'une grandeur raisonnable, sans risquer de les rendre trop faibles, & sujets à de continuelles réparations. Cependant le bois de hêtre, qui est très-bon dans l'eau, serait propre à faire des pistons, ainsi que le bois de charme ou d'orme. Les *pistons pleins*, tels qu'on les emploie communément aux pompes refoulantes, durent peu s'ils sont de bois, & sont sujets à ne pas si bien joindre de toutes parts contre le corps de pompe, qu'il ne passe de l'eau quand la colonne qu'il refoule est fort élevée, le cuir ne pouvant résister au grand effort que l'eau fait pour s'échapper ; car, comme il est moralement impossible qu'on puisse *alefer* si parfaitement un tuyau, qu'il ne reste des inégalités imperceptibles, le cuir s'use plus d'un côté que d'un autre, & fournit des passages à l'air ou à l'eau.

656. LE principal inconvénient des pistons percés, vient du trou qui affaiblit considérablement le *barillet*, sur-tout quand il faut faire ce trou un peu grand, afin que l'eau qui doit y passer quand le piston descend, puisse monter sans contrainte, pour ne pas éprouver une trop grande résistance, sur-tout s'il est obligé de parcourir un grand espace dans un tems fort court,

comme, par exemple, dans la machine à feu de Frefnes. Rien ne doit être forcé dans les machines; autrement on emploie, sans le savoir, une partie de l'action du moteur, à la destruction de la machine même. Pour ne point tomber dans ce cas, il faut avoir pour maxime, que lorsqu'un piston percé descend, son propre poids doit suffire pour contraindre l'eau qui est dans le fond du corps de pompe, à passer naturellement au travers du trou, dans le tems qu'il n'est à descendre. Or, comme ce tems est déterminé par la vitesse que doit avoir la machine, relativement à celle du moteur, on voit que cela dépend de la quantité d'eau que le piston aspire à chaque relevée, & de la grandeur du passage qu'il doit traverser. Il faut donc les percer relativement au diamètre du corps de pompe, au poids du piston, à son jeu & à sa vitesse. Les tringles de fer qui font le long du tuyau montant pour donner le mouvement au piston, & qui sont attachées aux manivelles, soit simples, soit à tiers-point, soit appellées *chaffis*. Dans les machines hydrauliques, on donne ce nom à un assemblage de bois ou de fer, qui se place au bas d'une pompe, afin de pouvoir, par le moyen de deux coulisses pratiquées dans un dormant de bois, la lever au besoin, & visiter le corps de pompe. Ces dormans (a), qui dans leurs feuillures reçoivent le chaffis à coulisse de l'équipage des corps de pompe, servent à les monter en-haut pour les réparer. Dans la pompe foulante, il y a des tringles qui portent aussi le nom de *chaffis*. La pompe foulante est composée d'un corps de pompe recourbé, attaché par deux vis au tuyau montant: à la jonction de ce tuyau est une soupape.

657. " Dans la pompe foulante, le piston est renversé, & il y a quelque différence dans la position du corps de pompe, qui doit trembler dans l'eau.

658. " Le piston est attaché à un chaffis de fer, qui est mu par la tringle du balancier ou de la manivelle, & le tuyau montant est dévoyé pour laisser agir la tringle perpendiculairement. Le piston, que l'on suppose presqu'au bas du corps de pompe, y laisse, en descendant, un espace vuide rempli d'un air très-dilaté; alors l'eau de la superficie, poussée par les colonnes d'eau des côtés, & aidée du poids de l'atmosphère, est poussée de bas en haut; elle ouvre le clapet du piston, passe au travers, & monte dans le corps de pompe: quand le piston remonte, le clapet se referme pour empêcher l'eau de retomber, & l'eau au-dessous étant refoulée de bas en haut, ouvre le clapet supérieur du corps de pompe, & passe dans le tuyau montant, qui successivement le remplit jusqu'à sa chute dans le réservoir.

659. LE principal siège de l'action de la pompe foulante étant sous la surface de l'eau, cette pompe est très-difficile à rectifier quand elle se déränge; c'est pour

(a) Chaffis de bois scellé dans le mur, & qui reçoit les ventaux des croisées.

cela qu'on n'a recours à cette pompe, que lorsqu'on ne peut s'en passer.

660. "DANS l'aspirante, le piston étant levé par la tringle du balancier de la manivelle, presqu'au haut du corps de pompe, y laisse un grand vuide rempli d'un air si dilaté, qu'il n'est plus en équilibre avec l'air extérieur; cet air, par sa pesanteur, oblige l'eau de monter, & par son ascension élève le clapet, & l'eau entre dans le corps de pompe; la portion d'air renfermée dans le tuyau montant, se trouve si affaiblie, qu'elle donne lieu au poids de la colonne de l'atmosphère, qui presse extrêmement sur la superficie de l'eau dans laquelle trempe le tuyau aspirant, & fait monter cette eau dans ce tuyau jusqu'à une certaine hauteur; le piston, en descendant, ferme le clapet du tuyau aspirant, afin d'empêcher l'eau de descendre dans le bas, & ouvrir le sien pour laisser passer à travers l'eau qui est dans le corps de pompe: enfin le piston se levant plusieurs fois de suite, l'eau du tuyau aspirant parvient dans le corps de pompe au-dessus du clapet du piston: l'eau qui se trouve refoulée par la descente du piston, passe en-dessus, & en se succédant s'élève peu à peu par le tuyau montant, jusqu'à la cuvette du réservoir, où elle tombe. C'est donc à l'action de l'air intérieur, & aux mouvemens successifs des deux clapets, qu'on doit tout le jeu de cette pompe."

661. AFIN que ce piston puisse se mouvoir librement dans l'intérieur du cylindre, on y adapte un levier. On emploie souvent l'une & l'autre de ces pompes dans la même machine, la pompe foulante simple, & la pompe aspirante simple, n'ayant lieu que pour des fouilles peu profondes; & voici comme s'établit la pompe aspirante, qui est à la fois aspirante & refoulante.

662. "ON place dans le bas d'une rivière ou d'un puits, la pompe aspirante, qui porte l'eau jusqu'à 25 pieds dans une bache ou cuvette, ou dans un corps de pompe, d'où elle s'élève successivement dans le tuyau montant jusqu'au réservoir. Quand la hauteur où l'on veut porter l'eau, est considérable, on qu'on veut la tirer d'une grande profondeur, on met dans cette bache une pompe foulante, qui reprend l'eau & la porte jusqu'au réservoir: alors c'est le même mouvement qui fait agir les deux pistons liés par une tringle au-dessus l'un de l'autre, de manière qu'un piston aspire, pendant que l'autre refoule l'eau."

663. QUELQUEFOIS on dispose la pompe aspirante & foulante, de manière que le piston, au lieu d'aspirer en montant & de fouler en descendant, aspire en descendant, & foule en montant; mais la force motrice, dans les deux cas, ne se calcule point autrement que dans les cas ordinaires, en ayant égard convenablement au poids du piston. Sur le corps de pompe s'emboîtent des tuyaux de cuivre nommés *fourches* (a), qui se maintiennent avec des *brides*

(a) On appelle encore *fourche* une broche ou tuyau qui se soude sur un autre, dans la conduite des eaux.

(a) jointes par des écrous de cuivre & des rondelles (b) de plomb ou de cuivre entre-deux. Il est naturel que ces fourches soient de même diamètre que le corps de pompe, ainsi que le tuyau montant.

De l'équipage d'une pompe en général.

664. EN hydraulique, on comprend sous l'expression d'*équipage de pompe*, la roue, la manivelle ou le balancier, les corps de pompe, les pistons, les cuirs, & même des parties en charpente, telles que les *moises* (c), par lesquelles les pompes sont attachées à des *chassis à coulisses*, & qui peuvent se glisser dans les rainures des dormans ou bâtis de charpente scellés dans les puits ou citernes où l'on construit des pompes. Les roues employées dans la mécanique, sont de différentes formes, suivant le mouvement qu'on veut faire donner, & suivant l'usage qu'on veut en faire; pour les mêmes raisons, les parties faillantes qu'on réserve dans ces roues, ou qu'on leur ajoute, sont diversement configurées, & alors les roues prennent un nom distinctif, comme celles appelées *hérissons*, *roues à aubes*, &c. La roue de l'espèce nommée *hérisson*, est ainsi nommée, parce qu'elle est garnie de rayons aigus qui sont plantés directement sur la circonférence du cercle: elle ne reçoit le mouvement que d'une lanterne dans laquelle ces rayons s'engagent. Ce qu'on appelle *lanterne* dans les machines hydrauliques, est une pièce à jour faite en lanterne, avec des fuseaux qui s'engrenent dans les dents d'une roue pour faire agir le piston dans le corps de pompe. Quand les machines sont mues par l'impulsion de l'eau, les roues sont appelées *roues à aubes*; les aubes sont des planches fixées à la circonférence de la roue, & sur lesquelles s'exerce immédiatement l'impulsion du fluide qui les chasse les unes après les autres, ce qui fait tourner la roue. Ces planches ou aubes sont, par rapport aux moulins à eau & aux roues que l'eau fait mouvoir, ce que sont les ailes du moulin à vent. Il y a d'autres espèces de roues qui sont garnies à leur circonférence de pots ou d'augets, & qui sont mues par le poids de l'eau, qu'elles reçoivent par en-haut; on les appelle *roues*

(a) *Bride*, toute pièce qui sert à retenir ou à soutenir: en particulier on donne ce nom aux extrémités des tuyaux de fer faites en platine, avec quatre écrous dans les angles pour les joindre & les brider, en y mettant des rondelles de cuivre ou de plomb entre deux, avec du mastic à froid.

(b) Les *rondelles*, autrement nommées *viroles*, sont des morceaux de plomb coupés en rond pour mettre entre les brides

d'un tuyau de fer.

(c) Dans les arts mécaniques, on appelle *moises* des liens de bois, embrassant les arbres & les autres pièces d'un assemblage de charpente, qui montent droit dans les machines, cela sert à les entretenir. Ces moises sont accolées avec des tenons, des mortaises & des chevalets ou des boulons de fer qui les traversent, & qui, étant clavetés, peuvent s'ôter facilement. Il y en a de droites & de circulaires.

à pots, ou roues à augers. La piece la plus essentielle d'une machine hydraulique, & sur-tout des machines qui font agir des pompes aspirantes, ou refoulantes, c'est la *manivelle*, désignée, dans quelques cas, par le nom de *tourillon* (a), espece de levier de fer, qui s'ajuste différemment, selon les circonstances qu'on double même dans certaines occasions, & auquel on imprime un mouvement de rotation. La manivelle a l'inconvénient de ne pousser le piston dans le cylindre, que tantôt d'un côté, tantôt d'un autre, ce qui ruine absolument le piston & le cylindre, & nuit en même tems à la puissance par le frottement résultant de cette espece de vibration. Pour changer la direction du mouvement, il arrive souvent qu'au lieu d'employer un levier droit, on dispose les deux bras de maniere qu'ils font un angle au point d'appui. Ces leviers angulaires, nommés *manivelles coudées*, sont très en usage pour les pompes, & dans une infinité d'occasions où l'action ne peut se transmettre que par des voies indirectes.

665. ON doit se rappeler ce qui a été dit ailleurs, qu'une manivelle, soit droite, soit courbe, a toujours la même puissance, & que celle qui est courbe est toujours considérée comme droite. En effet, dans cette espece de machine simple, la quantité de la force dépend de sa distance au centre, quelle que soit sa figure. La puissance augmente d'autant plus, & en même proportion que la ligne abaissée du centre perpendiculairement sur la direction du poids : d'où il suit que dans le mouvement de la manivelle, la situation la plus avantageuse est l'horizontale, parce qu'alors cette ligne est plus longue qu'en toute autre situation. Au reste, la force doit être appliquée très-inégalement, en faisant tourner la manivelle, où elle n'agit que pendant la moitié de la rotation ; ce qui fait que dans les grandes machines on préfère aux manivelles simples les *manivelles multiples* (b), avec lesquelles les puissances agissent successivement, & dont les unes travaillent pendant que les autres sont en repos. Cette inégalité de la force de la manivelle se corrige par le secours d'un *disque ovale* ou *spiral*, qui tourne du bras de la manivelle, sur lequel roule une corde ou une chaîne ; en sorte que le poids étant le plus éloigné qu'il se peut du centre de repos, la chaîne soit sur la plus grande périphérie, & sur la plus petite lorsque le poids est près du point d'appui. Quelquefois on adapte dans l'œil d'une manivelle une piece de fer tournante, appelée *bielle*, qui à chaque tour fait faire un mouvement de vibration à un valet ou varlet, espece de balancier, sur son essieu, en le tirant à soi, ou le poussant en avant. Voyez B, pl. XXIII, fig. 4. On attache

(a) En hydraulique le *tourillon* est proprement une grosse cheville ou boulon de fer, servant d'essieu ou de pivot, sur lequel tournent les fleches des bascules d'un pont-

levis, & autres pieces de bois, dans les machines.

(b) Assemblage de plusieurs manivelles, comme la mouffle est une poulie multiple, quelquefois

quelquefois aux extrémités d'une piece de bois, comme en C, *pl. XXIII*, *fig. 2*, de ces *bielles pendantes*, qui sont accrochées par une des extrémités à un varlet, & par l'autre à un des bouts d'un balancier. La partie qui dans une machine regle le mouvement, est nommée d'un terme générique, *balancier*; c'est un morceau de bois fretté par les deux bouts, qui sert de mouvement dans une pompe, pour faire monter les *tringles* des corps, comme en H, H, *pl. XXIII*, *fig. 2*. (a) La construction de cette principale piece d'une machine, est variée de plusieurs manieres, selon les machines. Quelquefois son assemblage représente une sorte d'échelle, dont le jeu est facile à concevoir, en jetant les yeux sur les *feld-gestanges*, *pl. XXIII*. On fait usage en hydraulique, d'une sorte de balancier nommé *varlet*, qui est de bois équarri, gros dans son milieu, & se terminant en deux cônes tronqués, frettés & boulonnés, afin de recevoir dans son milieu les queues de fer des pieces que le varlet met en mouvement. Par la structure de ce balancier, qui entre dans la composition des *feld-gestanges*, on voit que les varlets peuvent être dans différentes positions, comme dans la *pl. XXIII*, *fig. 2*, & se multiplier autant qu'on en a besoin; qu'une seule *chasse* (b) peut même en faire agir deux, ainsi qu'il se voit à la *fig. 1* de la *pl. XXIII*, dont nous avons donné l'explication. *Bascule*, en langue saxonne, est *sehwin*, en mécanique une piece de bois qui monte, descend, se hausse & se baisse par le moyen d'un essieu qui la traverse dans sa longueur, pour être plus ou moins en équilibre. On en voit dans les différens *feld-gestanges*. En général, une *bascule* est proprement un levier de la premiere espece, où le point d'appui se trouve entre la puissance & la résistance: il est aisé d'en prendre l'idée, en se représentant une longue piece de bois appuyée par son milieu, & chargée à ses extrémités de deux poids, dont l'un est élevé par l'autre, d'où l'on voit que la bascule est mobile. Les *cuir*s des pistons & des soupapes forment un article qui est encore de conséquence dans la construction des pompes. Ces *cuir*s (c), dans les grandes chaleurs, ou lorsque les pompes ne jouent point

(a) Ces tringles prennent différens noms, selon qu'elles sont dans une pompe foulante ou dans une pompe aspirante.

(b) *Chasse*, en mécanique, terme appliqué à un grand nombre de machines: il signifie presque toujours un espace libre, qu'il faut accorder soit à la machine entière, soit à quelqu'une de ses parties, pour en augmenter ou du moins pour en faciliter l'action: le trop ou le trop peu de *chasse* nuit à l'action; la juste quantité ne peut se déterminer que par l'expérience. Dans

Tome XVII.

la scie, pour scier une planche ou une pierre, la quantité précise dont cet instrument doit être plus long que la piece à scier, pour que toute l'action du scieur soit employée sans lui donner un poids de scie superflu, qu'il tirerait & qui ne ferait point appliqué si la *chasse* était trop longue.

(c) Le cuir de Brésil est recommandé pour les pistons; celui de Liege, selon M. Belidor, est le meilleur que l'on puisse mettre en œuvre pour les rondelles ou viroles.

continuellement, ne font leur effet que très-imparfaitement. Pour obvier à ces inconvéniens, & d'abord à la sécheresse des cuirs, il faut verser de l'eau dessus par le haut de la pompe, afin de les humecter; & cela est particulièrement nécessaire à quelques pompes aspirantes.

666. Les pompes aspirantes & relouantes ne font pas entièrement exemptes de cet inconvénient, à moins qu'elles ne soient plongées dans l'eau, comme le sont quelques-unes; mais c'est une grande sujétion, par la difficulté de les retirer toutes les fois qu'il faut y travailler, soit pour renouveler les cuirs, ou nettoyer les soupapes & les pistons, qui à la longue se chargent de vase: d'un autre côté, les aspirations ont presque toujours quelqu'imperfection, à cause du raccommodement des tuyaux, qui ne sont jamais joints assez exactement pour que l'air ne puisse s'y insinuer tant soit peu: de même quand le cuir du piston n'est pas assez humecté, il cesse d'adhérer à la surface intérieure du corps de pompe; & l'air s'introduisant dans l'espace vuide, fait cesser l'aspiration, sur-tout quand elle est grande. C'est pourquoi il faut bien prendre garde de faire l'aspiration la plus petite qu'il est possible, c'est-à-dire, d'élever le moins qu'on pourra le corps de la pompe au-dessus de la surface de l'eau qu'on veut puiser, sans avoir égard à tout le poids de l'atmosphère, qui ne peut avoir lieu qu'avec des conditions qui se rencontrent rarement. Il suffit de savoir que, plus l'aspiration est petite, plus l'eau monte avec vitesse, & maintient les cuirs humectés.

Sur les meilleures proportions des pompes.

667. Nous avons fait connaître séparément les parties qui composent une pompe, telles que le *corps de pompe* ou *tuyau montant*, le *piston* & les *soupapes*. Ces trois parties, considérées ensemble, sont susceptibles d'un détail & d'un examen particulier, les soupapes sur-tout, comme principalement nécessaires pour élever l'eau à une hauteur considérable par le moyen des pompes. En effet, la force de l'air ne pouvant élever l'eau qu'à la hauteur de 32 pieds, il est certain; comme l'a remarqué M. le Camus (a), que si on voulait transporter, par le moyen d'une pompe simple, une certaine quantité d'eau dans un lieu élevé, on ne pourrait jamais la transporter à plus de 32 pieds de hauteur; les soupapes, par leur solidité & leur construction, sont destinées à soutenir l'eau qui est au-dessous, & par conséquent décharger, pour ainsi dire, l'atmosphère de la force qu'il faudrait qu'elle employât pour les tenir en équilibre, ou pour les élever; de sorte que le surplus de cette force est employé à élever une nouvelle quantité d'eau. Après

(a) Mémoires de l'académie royale des sciences, ann. 1739, sur les meilleures proportions des pompes, & des parties qui les composent.

avoir porté attention que les bras de levier soient bien ménagés, & que les corps de pompes soient bien alésés, premières conditions essentielles pour une pleine exécution des machines hydrauliques, un directeur de mines ne doit pas ignorer combien la pesanteur & le ressort de l'air influent dans l'action de ces machines; c'est uniquement sur ces deux propriétés que porte la théorie relative au jeu des pompes, dépendant absolument de la force à appliquer au piston. Nous n'en donnerons qu'une idée très-sommaire, en invitant les directeurs de mines de se mettre au fait de cette matière importante & délicate, dans quelques ouvrages dont nous indiquons ici les principaux. (a)

Théorie fondamentale sur l'action des pompes.

668. LA règle qui établit la hauteur de l'aspiration des pompes, est que le poids ou la pression de l'atmosphère qui nous environne, est égal à une colonne d'eau de base égale, & de 32 pieds de haut, ou à une colonne de mercure de 28 pouces de hauteur, & de même base (b). Comme ce degré de l'inspiration dépend de la compression de l'air extérieur sur la surface de l'eau dans laquelle trempe le tuyau d'aspiration, ce que nous avons dit des propriétés de l'air en général, & des variations du mercure dans le baromètre, se rapporte naturellement à l'expérience qui a réglé la hauteur de l'aspiration des pompes. L'air étant en état de faire équilibre à une colonne plus ou moins grande de mercure, & par conséquent à une colonne d'eau plus ou moins grande, il s'ensuit que la plus grande hauteur à laquelle on puisse élever l'eau par le moyen d'une seule pompe, varie selon la hauteur du mercure dans le baromètre; d'où il suit que les plus grandes hauteurs auxquelles on peut élever l'eau par le moyen d'une seule pompe, varient suivant les hauteurs auxquelles on est élevé, & sont proportionnelles à la hauteur du baromètre en ces endroits. Ainsi cet équilibre de la colonne d'eau avec la colonne d'air se connaît par l'instrument météorologique, dans l'endroit où la pompe est placée.

669. POUR la pompe foulante, avec laquelle on peut élever l'eau à une

(a) Feu M. Bélidor, dans son livre intitulé, *Architecte hydraulique*, tome II, liv. III, chap. 3, contre lequel cependant on doit se tenir en garde sur ce point, la théorie de cet auteur sur le mécanisme des pompes, étant extrêmement fautive, de l'aveu des géomètres. Le docteur Desaguliers a traité cet objet d'une manière plus concise, dans son *Cours de philosophie ex-*

périmentale, vol. II, lett. 8, page 169. L'ouvrage de M. Martin, ayant pour titre, *Philos. Britann.* au tome II, page 288; & le mémoire de M. Euler, dans les Actes de Berlin, ann. 1752, tiennent une place distinguée parmi les traités relatifs à cette matière.

(b) La pesanteur spécifique du mercure est à celle de l'eau comme 14 est à 1.

hauteur proposée, il est donc question, pour se borner ici à la règle fondamentale, d'estimer la puissance motrice capable de faire équilibre à la pression que la base du piston éprouverait si, lorsqu'une lame de fluide a atteint la hauteur proposée, le tout demeurerait en équilibre.

670. À l'égard de la pompe aspirante, pour juger de son effet, il ne suffit pas d'évaluer la puissance, il faut examiner avant tout, si l'eau pourra parvenir jusqu'au piston, & même s'élever au-dessus; car il y a des circonstances où l'eau s'arrête à une certaine hauteur, quelque nombre de coups de piston que l'on donne: on en trouve le calcul dans plusieurs ouvrages, & entr'autres dans l'*Hydrodynamique* de M. l'abbé Boissut, où l'expérience marche presque par-tout à la suite de la théorie. Si la pompe aspirante était établie à une hauteur ou à une profondeur différente de celle à laquelle le poids de l'air est équivalent à une colonne d'eau de 32 pieds, il faudrait mettre moins ou plus de 32 pieds. Ce moins ou plus peut se déterminer par le baromètre, en comptant autant de fois 14 lignes de plus ou de moins à l'égard de 32 pieds, que le mercure marquera de lignes au-dessus ou au-dessous de 27 pouces & demi.

671. QUELLES que soient la figure & les dimensions du corps de pompe, ainsi que du tuyau d'aspiration, le piston porte toujours le poids d'une colonne d'eau de même base que lui, & qui a pour hauteur la distance verticale du point où l'on veut élever l'eau au niveau de celle du réservoir: ajoutant à ce poids celui du piston même, la somme fera la force que l'on doit appliquer au piston dans le simple état d'équilibre. Mais pour mettre la machine en mouvement, il faut augmenter cette force d'une certaine quantité, tant pour produire le mouvement, que pour surmonter la résistance des frottemens & des autres obstacles qui peuvent naître de l'imperfection de la machine: on sent que le piston descendant par sa pesanteur, la force motrice n'a, en conséquence, aucun effort à soutenir pendant cette partie du tems.

672. LORSQU'ON veut appliquer cette théorie à la pratique, on doit faire ce que pèsent le pied cube & le pied cylindrique d'eau (a). La force motrice calculée pour l'état d'équilibre, doit être augmentée, pour l'ordinaire, du tiers de sa valeur, pour passer à l'état de mouvement; mais cette détermination n'a rien de fixe: elle dépend de la nature du frottement, & de la vitesse qu'on veut imprimer au fardeau à élever. Ainsi, en supposant que la pompe soit parvenue à un mouvement uniforme & permanent, ce qui est l'état qu'on cherche à lui procurer, il sera aisé de trouver son produit, quand on connaîtra la vitesse avec laquelle le piston est mu. Dans le cas néanmoins où la hauteur est fort petite, & où par conséquent l'eau monte avec peu de vitesse dans

(a) Le pied cube d'eau-douce pèse environ 70 livres; le pied cylindrique d'eau, c'est-à-dire, un cylindre qui a un pied de hauteur & un pied de diamètre, pèse environ 55 livres.

le corps de pompe, il faut tellement modérer la vitesse & le jeu du piston, qu'il ne se forme pas de vuide entre sa tête & l'eau qui le suit; autrement il y aurait du tems perdu dans le mouvement de la pompe. Il peut se faire qu'une pompe muc très-vite, ne produise pas sensiblement plus d'eau que lorsqu'elle marche avec lenteur. Il est donc à propos de combiner les dimensions de la pompe avec la vitesse & le jeu du piston, de manière que l'agent emploie sans cesse utilement toute la force qu'on est en droit d'attendre de lui. C'est sur ces considérations que s'estime la force à employer.

Des soupapes & de leurs différentes especes.

673. LA pompe bien construite, l'évacuation plus ou moins complete de son intérieur, dépend, en beaucoup de points, des soupapes; la grandeur de ces pieces influe souvent aussi sur les proportions les plus avantageuses qu'on peut donner à une pompe: elles lui sont donc essentielles, & il est par conséquent indispensable de les faire connaître dans toutes leurs circonstances. Nous commencerons par en faire connaître les différences: elles seront ensuite examinées dans leur construction, leur position, leur largeur, leur solidité & leur épaisseur. Après nous être arrêtés aux dimensions du corps de pompe & du piston, après avoir dit un mot des dérangemens qui arrivent le plus ordinairement dans le jeu des pompes, nous jeterons un coup-d'œil général sur les différentes manieres de faire agir les pompes pour l'épuisement des mines. Les soupapes sont de différentes especes: sans parler ici de celles qui se désignent, dans la machine à feu, par des noms relatifs à leur usage particulier, on connaît celles dites à *coquille*, les soupapes appelées *axes*, de forme rond & en pointe, comme un cône ou foncec, & qui rétrécissent le passage de l'eau; les soupapes rondes & convexes, appelées *sphériques*; enfin les soupapes toutes plates, nommées à *clapets*, peu différentes des soupapes sphériques, & les *crapaudines*, espece de soupape qui représente le clapet, & qui se place au sommet des corps de pompe, pour empêcher que l'eau ne redescende quand une fois elle est montée. Ce qui fait la jonction des deux pieces d'une soupape, est nommé *boîte*; de quelque maniere que les soupapes soient construites, cette boîte doit être soudée aux tuyaux, s'ils sont de quelque métal; lorsqu'ils sont de bois, il faut seulement y forcer la boîte, & alors il convient d'avoir un anneau de fer pour la retirer dans le besoin.

674. Les soupapes se construisent entièrement, ou de cuir, ou de bois, ou de laiton & de cuir. Dans les machines à vent hydrauliques, de même qu'aux pistons des pompes, les soupapes sont ordinairement de cuir. Quelquefois elles sont entièrement de métal; la bonne construction demande alors qu'elle soit rodée avec du sable extrêmement fin dans sa coquille.

D'autres fois elles sont faites de deux morceaux de cuir ronds, renfermés entre deux plaques de cuivre, comme les *clapets*; alors elles sont garnies d'un petit ressort ou d'une petite queue de cuir, qui doit être assez flexible pour lui permettre de se fermer exactement d'elle-même en donnant passage, lorsque ce petit ressort est pressé fortement, & en ramenant la soupape sur l'ouverture si-tôt que la force cesse de presser.

675. Des différentes soupapes, la moins imparfaite à cet égard, en ce qu'elle laisse un libre passage à l'eau, est celle nommée à *clapet*, que nous allons faire connaître en particulier : elle est néanmoins sujette à de fréquentes réparations; il arrive souvent à ces soupapes, lorsqu'elles retombent, de s'écarter d'un côté plus que d'un autre, & de ne pas toujours fermer exactement, ce qui les rend incommodes pour la fermeture des grands tuyaux.

Des clapets ou soupapes à clapets en particulier, & des ouvertures qu'elles couvrent.

676. Le clapet est une espèce de soupape faite d'un rond de cuir, fortement ferré entre deux platines de métal, par le moyen d'une ou de plusieurs vis. Le rond de cuir tient par une queue à une couronne de cuir, laquelle est fortement serrée entre le collet du tuyau supérieur au clapet, & le collet du tuyau inférieur. C'est sur cette queue, qu'on fait beaucoup plus étroite que le clapet, que se fait le jeu du clapet, comme sur une charnière. La platine de métal, qui est sur le cuir du clapet, est plus grande que l'ouverture du diaphragme que le clapet doit ouvrir; & la platine de dessous, qui doit se loger dans l'ouverture du diaphragme quand le clapet se ferme, est un peu plus petite que cette ouverture. Le clapet étant ainsi construit, lorsqu'il est fermé, le cuir porte exactement sur les bords du diaphragme, & empêche l'eau de passer; la platine de métal qui est sur le cuir, le garantit du poids de la colonne d'eau, & en porte toute la charge, que le cuir ne pourrait pas soutenir. La plaque de métal, qui est sous le cuir, sert aussi à deux choses : 1°. elle sert, avec la platine supérieure, à comprimer le cuir pour le rendre plan; 2°. elle empêche que l'eau qui pourrait s'insinuer entre la platine supérieure & le cuir, n'enfoncé le cuir & ne le fasse passer par l'ouverture du diaphragme : il suit de là que la platine de métal qui est sur le dessus du cuir, doit être assez forte pour porter seule & sans ployer, la charge de la colonne d'eau qui est au-dessus du clapet. La platine inférieure doit avoir assez de force pour soutenir, sans ployer, le serrement de la vis, qu'on serre assez fortement pour faire joindre exactement le cuir contre la platine de métal.

677. FEU M. le Camus, de l'académie des sciences, dont nous empruntons

cette description & tout ce qui va suivre (a), remarque que tous ces petits détails qui paraissent des minuties, augmentent considérablement le poids du clapet, qui de lui-même ne doit pas être fort pesant. Il observe que toutes les pièces de cette soupape ont dans l'eau un poids plus grand que celui d'une soupape. Le même auteur estime enfin, que dans la pratique, les clapets & les soupapes doivent faire à peu près le même effet à même diamètre, lorsqu'ils sont également solides; ainsi il n'y a pas d'avantage à préférer l'un à l'autre, quand on n'a égard qu'au passage de l'eau. La difficulté que la colonne d'eau éprouve en passant par les soupapes, est une des principales considérations dont ceux qui entreprennent d'établir des pompes doivent s'occuper : l'importance de l'objet nous détermine à fixer l'attention du lecteur sur cette matière, avant de passer aux différens moyens employés pour faire agir les pompes. Les mémoires de l'académie renferment beaucoup de recherches pratiques & théoriques relatives à cet objet en particulier, & aux pompes; nous nous contentons d'indiquer ici les plus essentielles. (b)

De la bonne construction des soupapes.

678. LA première qualité d'une soupape, c'est d'être fidelle. Pour être telle, elle doit 1°. se fermer exactement si-tôt que rien ne l'oblige à rester ouverte; 2°. lorsqu'elle est fermée, elle doit retenir l'eau, & ne rien laisser échapper s'il est possible. La position & la construction d'une soupape contribuent beaucoup à sa fidélité; sa position la plus avantageuse, c'est d'être horizontale, & de se fermer perpendiculairement du haut en bas. Une soupape qui se fermerait de bas en haut, ne vaudrait rien : elle ne pourrait pas se fermer, à moins que l'eau, par une grande vitesse, ne l'y obligât; mais avant qu'elle fût fermée, il s'échapperait une quantité d'eau assez considérable. Si pourtant on était obligé de faire fermer une soupape de bas en haut, on pourrait le faire en faisant pousser par un ressort la soupape contre l'ouverture qu'elle doit boucher. Une soupape qui se fermerait latéralement, c'est-à-dire, par un mouvement horizontal, ne se fermerait pas d'elle-même aussi fidèlement qu'un clapet horizontal; elle pourrait bailler, & laisser échapper une quantité d'eau considérable, avant que cette eau eût acquis une vitesse assez grande pour l'obliger à se fermer. La seconde qualité d'une soupape consiste dans sa grandeur; car il est une grandeur la plus avantageuse à donner à une soupape. On avait cru pendant long-tems,

(a) Mémoires de l'académie des sciences, année 1739, sur les machines à élever l'eau.

(b) Observations de M. Amontons, sur l'inconvénient des soupapes trop bien faites,

trop bien polies, &c. Hist. année 1703, page 96. Mémoire sur les pompes, par M. le chevalier de Burda, année 1768, page 418.

qu'on ne pouvait donner un trop grand diamètre à l'ouverture des soupapes de pompes ; & sur ce principe très-vrai, qu'une certaine quantité d'eau passera plus facilement par une grande ouverture , on était dans l'usage de donner à la soupape un diamètre égal à la moitié de celui du piston. La fausseté de ce principe a été démontrée par M. le Camus ; ce savant a prouvé du moins que le contraire est fort possible. L'éclaircissement sur ce point est très-remarquable : si la fonction d'une soupape ne consiste qu'à laisser passer l'eau par son ouverture, ce principe aurait lieu sans difficulté ; mais une soupape a deux autres fonctions à remplir. 1°. Il faut qu'après avoir laissé passer l'eau, & des qu'il n'en passe plus, elle retombe & ferme le passage par où l'eau est entrée dans le corps de pompe. 2°. Il faut qu'étant retombée sur son ouverture qu'elle ferme, elle porte toute la colonne qui est entrée. Pour le premier effet, il lui faut une pesanteur spécifique, plus grande que celle de l'eau ; sans quoi elle ne retomberait pas, malgré la résistance de l'eau, comme elle doit faire. Pour le second effet, il lui faut une solidité proportionnée à la colonne d'eau qu'elle soutiendra. Les deux effets s'accordent à exiger en général la même chose.

679. Le savant auteur suppose une soupape parfaite, celle qui s'ouvre ou s'élève, se referme ou retombe à sonhait, qui ait précisément la solidité nécessaire pour soutenir la colonne d'eau entrée dans le corps de pompe. Il suppose ensuite que, pour y faire entrer l'eau plus aisément qu'elle n'y entrerait, on augmente l'ouverture de cette soupape : tout le reste demeurant de même, qu'arrivera-t-il ? En augmentant l'ouverture, il aura fallu nécessairement augmenter le diamètre de la soupape, & par conséquent son poids ; l'eau qui n'aura que la même vitesse, & qui n'ouvre ou n'élève les soupapes que par cette force, élèvera donc moins la nouvelle soupape ou la soupape plus pesante, & le passage de l'eau sera rétréci & rendu plus difficile, tout au contraire de l'intention qu'on avait eue. Les ouvertures des soupapes ou des clapets ne dépendent donc pas des diamètres des tuyaux ou des corps de pompe. La manière de déterminer le meilleur diamètre de ces valvules, est par la quantité d'eau qui doit passer dans un tems donné par l'ouverture de la soupape : ainsi deux pompes qui fournissent dans un tems donné la même quantité d'eau, doivent, pour être également bonnes, avoir des soupapes de même diamètre : or, deux pompes peuvent fournir la même quantité d'eau dans un tems donné, sans avoir le même diamètre. En conséquence, deux pompes peuvent, pour être également bonnes, avoir les soupapes de même diamètre, sans avoir elles-mêmes des diamètres égaux. Ainsi ce n'est pas sur les diamètres des pompes ou des pistons seulement qu'il faut régler les ouvertures des soupapes, mais sur le diamètre d'une pompe & sur la vitesse de son piston.

680. Les principes sur lesquels il faut déterminer l'ouverture des soupapes, sont bien simples; le premier est, qu'il faut laisser à l'eau le plus de passage qu'il est possible. Ce n'est pas qu'il faille conclure de là que les soupapes doivent être les plus grandes possibles; mais la quantité d'eau étant donnée, une soupape dont l'ouverture sera médiocre, laissera à l'eau le plus grand passage qu'il est possible; de manière que si l'on fait la soupape plus grande ou plus petite, on aura un moindre passage. Cette théorie est éclaircie dans le mémoire auquel nous renvoyons, & où l'auteur détermine, par un problème très-intéressant, le diamètre convenable des soupapes, celui de la pompe & la vitesse du piston étant donnés. Nous ne nous arrêterons ici qu'à la pesanteur, à la solidité & à l'épaisseur des soupapes, qui tiennent à la théorie de l'auteur. La soupape devant se fermer par son propre poids, dès que rien ne l'oblige de rester ouverte, son poids doit être plus grand que celui d'un pareil volume d'eau; si elle n'était pas plus pesante, elle flotterait, & ne retomberait pas sur l'ouverture qu'elle doit fermer.

681. ELLES sont ordinairement de cuivre, qui est environ neuf fois aussi pesante qu'un pareil volume d'eau. On pourrait donc supposer avec l'auteur, que la pesanteur spécifique d'une soupape & celle de l'eau sont entr'elles comme 9 est à 1, & que la pesanteur d'une soupape dans l'eau est à celle d'un pareil volume d'eau comme 8 est à 1.

682. UNE soupape doit avoir assez de solidité pour soutenir la colonne d'eau qui est au-dessus d'elle; elle doit donc avoir une épaisseur raisonnable, & d'autant plus grande, que la colonne qu'elle soutient est plus haute, & qu'elle a elle-même un plus grand diamètre. Dans les pompes qui font monter l'eau à 60 ou 80 pieds, on fait l'épaisseur réduite (a) de la soupape, égale à environ la dixième ou la huitième partie de son ouverture.

Du corps de pompe & du piston.

683. DANS les pompes ordinaires, le piston est de même diamètre que le corps de pompe dans lequel il se meut: ainsi tout ce qui est à dire touchant le diamètre de l'un, convient également à l'autre. Trois choses peuvent concourir à déterminer les dimensions d'une pompe; 1°. la quantité d'eau que doit fournir la pompe; 2°. le diamètre de la soupape; 3°. dans les pompes aspirantes seulement, la hauteur dont l'eau doit être aspirée dans le corps de la pompe.

684. LA première règle dérive du diamètre de la soupape ou du clapet, soit qu'ils soient dans le corps de pompe même, ou qu'ils soient dans le

(a) Epaisseur qu'elle aurait si elle était réduite en plateau rond, d'épaisseur uniforme & de même diamètre que son ouverture.

tuyau montant ou descendant, qui se *raccorde* (a) avec la pompe. Une pompe donnant, par exemple, sept pouces d'eau dans une seconde, & dont le clapet a les conditions supposées, doit avoir au moins quatre pouces huit lignes $\frac{1}{2}$ de diamètre; cette dimension est la plus petite que l'on puisse donner à la pompe & au tuyau qui renferme un clapet; il n'y aurait aucun inconvénient de leur donner un plus grand diamètre. Si néanmoins on voulait employer le plus petit diamètre, il faudrait avoir attention de ne pas placer le clapet au milieu de la section perpendiculaire à la pompe ou au tuyau; car en le mettant ainsi, le passage qui se trouverait entre le clapet & le tuyau, quoiqu'égal au passage par le diaphragme, serait mal disposé par rapport au passage que l'eau a entre le diaphragme & le clapet. Le clapet étant incliné sur le diaphragme, le passage que l'eau trouve entre ces deux pièces, n'est pas égal de tous les côtés, mais très-ferré du côté de la queue du clapet, & fort large du côté opposé; ainsi il passe très-peu d'eau vers la queue du clapet, & il en passe d'autant plus par les autres endroits, que ces endroits sont plus éloignés de la queue du clapet. Après que l'eau a passé entre le diaphragme & le clapet, il faut qu'elle passe entre le clapet & le tuyau; ainsi il faut arranger ce nouveau passage, & le ménager de manière que la plus grande partie soit la plus éloignée de la queue du clapet, & que la pente plus petite soit à la queue du même clapet: par conséquent il ne faut pas placer le clapet au milieu du tuyau, mais le mettre de façon que la partie qui tient à la queue, soit très-proche des bords de la section du tuyau.

Des causes les plus ordinaires des dérangemens qui arrivent dans le jeu des pompes.

685. Les étranglemens & les accidens fréquens dans les machines hydrauliques, opposent sans cesse des obstacles, ou à la facilité, ou à l'abondance de l'élévation des eaux. Tout ce qui peut occasionner ces retards & ces embarras, tient à la construction particulière de chacune de ces machines, qu'un directeur de mines doit posséder à fond. Nous ne parlerons point ici des causes de frottement communes à toutes les machines, comme celles qui proviennent de l'engrenage des roues, &c. Nous ne voulons parler ici que des difficultés dépendantes des parties qui entrent dans la composition des pompes, comme les tuyaux, les passages des soupapes, les robinets, les coudes & jarrets des conduits, les platines d'ajustage, &c. Il se fait dans tous ces endroits, contre les parois d'un tuyau, sur-tout dans les coudes & jarrets

(a) En hydraulique, on appelle *raccordement* la réunion de deux corps à un même niveau ou à une même superficie. C'est encore la jonction des tuyaux

inégaux de diamètre, par un *tambour* de plomb, réunissant les différentes grosseurs qui se distribuent où l'on veut.

des conduites tournantes, un frottement important à éviter : le moyen est d'interrompre le diamètre ordinaire de la conduite, pour y mettre deux ou trois toises de suite de plus gros tuyaux, & reprendre ensuite le diamètre de la conduite. Les ouvertures des soupapes & robinets, fujettes aux étranglemens, peuvent encore s'éviter, en y employant des soupapes & des robinets d'un plus grand diamètre.

686. La plupart des pompes foulantes qui agissent par une manivelle à tiers-point, avec trois corps de pompe, dont l'un aspire pendant que les deux autres foulent & contre-foulent l'eau, sont fujettes à un très-grand défaut; c'est l'étranglement des *fourches*, où l'eau est si resserrée, que ne pouvant y passer, elle cause un ébranlement à toute la machine, qui la met en risque d'être brisée. Si, par exemple, un des corps de pompe a 8 pouces de diamètre, il y passera 64 pouces circulaires d'eau; & si la fourche qui reçoit l'eau de ce corps de pompe, & qui se raccorde au tuyau montant, n'a que 4 pouces, il n'y passera que 16 pouces d'eau : or, 64 pouces d'eau du corps de pompe ne peuvent passer dans seize; il faudrait donc, pour parer à l'inconvénient dont il s'agit ici, que chaque fourche de cet équipage eût le même diamètre que les corps de pompe, ou au moins qu'elle l'eût par le bas, en venant diminuer à six pouces par en-haut, pour se raccorder au tuyau montant, lequel aura de diamètre celui du corps de pompe, qui est ici de huit pouces.

Des différentes forces appliquées aux pompes.

687. Les pompes destinées à l'épuisement des mines, sont mues aussi par différens agens qui résultent d'autant d'espèces de machines. La première puissance qui, sans doute, ait été employée, est celle des bras d'hommes; les chevaux ont ensuite été appliqués à mouvoir les pompes. On juge aisément que cette seconde force adaptée au *harnaz*, est bien supérieure à la première; la comparaison qu'en ont faite, par le calcul, des physiciens attentifs & exacts, se rapproche davantage de l'examen dans lequel nous nous proposons d'entrer sur les machines destinées à élever les coïtres ou *couffats* de charbon, & les seaux remplis d'eau : nous le renvoyons à cet article. Outre ces deux agens, les hommes & les chevaux, on a imaginé de faire concourir à l'épuisement des mines, selon le local, les trois élémens, le vent, l'eau, & même le feu. Il ne sera ici question que de l'application de ces trois forces différentes.

688. Dans un ouvrage latin, dont je n'ai eu connaissance que depuis peu, est rassemblée, en un petit volume format in-4°, (a) la description

(a) Joan. Frid. Weidleri *Traſſatus de machinis hydraulicis in toto orbe maxi-* *mis, Marlyenſi, Londinenſi & aliis rari-* *ribus, ſimilibus, in quo meſura prope*

P p ij

des machines les plus connues, employées à cet usage. M. Delius, dans l'ouvrage allemand que j'ai cité, s'est aussi fort étendu sur cette matière importante.

Hernaz ou machines à vent hydrauliques, ou moulins à pompes à la hollandaise.

689. DANS les endroits éloignés des rivières & ruisseaux, tel que peut être un lieu élevé sur quelque coteau très-exposé au vent, & où l'on n'aurait pas besoin d'une machine dont l'effet fût uniforme & continu pendant plusieurs mois, ainsi que dans une plaine qui n'est pas masquée par quelque bois qui arrêterait l'air, les moulins à vent conviennent parfaitement. Ces moulins, très-usités en petit dans la Hollande, ressemblent à des moulins à vent ordinaires; ils ont cependant une plus grande commodité, qui est de se mettre d'eux-mêmes au vent, par le moyen d'une queue en forme de gouvernail, composée d'ais fort minces, portant sur un pivot qui se tourne de tout sens. Ceux dont nous voulons parler, qui élèvent l'eau à une hauteur plus considérable que les autres, font agir, par le moyen de leurs ailes & d'une manivelle, le piston d'une pompe aspirante; le mouvement du piston dépendant de l'action des ailes, l'élévation plus ou moins grande de l'eau dépendra de la vitesse du vent, & de la grandeur du corps de pompe: la machine se dirige d'elle-même au vent par le moyen de la girouette, n'y ayant qu'un chassis qui tourne avec cette queue & les ailes; le corps de pompe étant bien arrêté par l'assemblage de charpente qui l'accompagne, reste immobile. M. Bélidor, dans son *Architecture hydraulique*, ou il donne la théorie des machines mues par le vent, & la manière de calculer leur effet, a représenté une de ces machines. (a)

690. LE hernaz à vent a le mérite de n'exiger d'autre assistance que celle nécessaire à l'entretien des pistons, & un seul homme peut veiller à plusieurs de ces machines; mais l'inconvénient de dépendre d'un élément aussi variable que le vent, dont on ne pourrait tirer du secours pendant une partie de l'année, a été cause, sans doute, qu'on a abandonné ces machines. Comme néanmoins la machine à feu est d'une grande dépense dans son entretien, comme on va le voir, il y aurait des occasions dans lesquelles, après les premiers épuisemens par la machine à feu, le hernaz à vent pourrait convenir, lorsqu'y ayant une *taille* d'un côté & une *taille* de l'autre, avec de grandes *paxhisses*, les eaux pourraient se garder en abondance. Nous allons, par cette raison, donner la description d'un de ces moulins à vent,

ipsas machinas usitata describuntur, & de viribus earum luculenter differtur, cum figuris aucti. (a) *Planche III, figure 3, tome II, liv. III, chap. 2.* Vittemberg. in-4^o. 1728.

projeté & exécuté en modèle pour les salines de Castiglione, dans le Mantouan. (a)

Machine à vent, décrite par M. Louis-Guillaume de Cambray, sieur de Digny.

691. CETTE machine à vent est composée seulement d'un axe perpendiculaire avec les ailes horizontales ; au lieu que dans les moulins à vent elles sont verticales. L'axe était garni d'un cylindre ou tambour, sur lequel était creusée une spirale qui, emboitant l'extrémité d'un levier, le forçait à baisser, & ainsi élevait par l'autre extrémité le piston d'une pompe, & ensuite lui donnait la liberté de descendre pour le relever successivement. Ce qui est dit ici d'un levier, était applicable à un plus grand nombre.

692. CETTE machine avait deux parties remarquables : la première, consistant en cette spirale qui, malgré son analogie aux roues onnées, employées en d'autres machines, a le mérite de la nouveauté dans l'application ; la seconde, plus particulière encore, est la construction des ailes pour faire qu'en tournant horizontalement, elles prirent & quittaient le vent alternativement. Ces ailes s'ouvraient en guise de soufflets en se présentant au vent, se dérobaient à son impression à mesure qu'elles étaient remplacées par l'aile suivante. Dès que le soufflet se présentait au vent, il s'ouvrait, & le vent y acquérait des degrés de puissance toujours augmentans, jusqu'à ce que l'aile formât, avec sa ligne de direction, un angle de 90 degrés : alors l'aile continuant sa route, la force du vent décroissant sur ladite aile, se réduisait à zéro ; mais comme il passait six ailes l'une après l'autre, l'accroissement de l'action du vent jusqu'à 90 degrés, compensait la diminution de son choc sur les ailes qui avaient passé cet angle, & qui déclinaient. Les six ailes étaient placées, avec juste réflexion, dans trois plans différens, pour que l'une ne dérobat point à l'autre l'action du vent. Lorsqu'elles avaient passé sous l'impulsion du vent, elles auraient dû, en lui présentant à leur retour leur face opposée, en recevoir le choc avant d'avoir fini un cercle entier ; mais les soufflets étant à charnière, & ouverts dans le moment d'inaction seulement de 15 degrés, au lieu de 80 degrés dont ils s'ouvraient en tenant le vent, l'aile fermée ne faisait perdre à l'aile ouverte que $\frac{3}{4}$ de son action. Ce mécanisme rendait le mouvement fort uniforme, sauf les variations du vent. On a vu des roues à aubes pliantes, pour être mues horizontalement dans un courant, celles qui se prêtent à son choc s'ouvrant, & se repliant quand elles ont passé la ligne de

(a) Chap. II de l'ouvrage intitulé : *Description d'une machine à feu, construite pour les salines de Castiglione, avec les détails sur les machines de cette espèce les plus connues, & sur quelques autres machines hydrauliques, &c.* Parme, 1766.

direction; mais c'est une nouveauté d'en avoir fait l'application au vent, & la construction des ailes est aussi nouvelle qu'ingénieuse.

693. L'AUTEUR avait reconnu que, d'une juste grandeur, cette machine pourrait produire 17184 pieds cubes d'eau en vingt-quatre heures; mais le calcul étant fondé sur la plus grande vitesse du vent, qui est évaluée dix milles d'Italie par heure, il doit se réduire à une vitesse moindre. On estime le choc ou l'impression du vent, par le carré de sa vitesse; d'où il s'ensuit que les vitesses de deux vents étant inégales, leurs impressions respectives sur des surfaces égales, seront comme les carrés de vitesses. L'effet augmente donc ou diminue en proportion: or, prenant six milles d'Italie pour vitesse moyenne, l'effet alors ne serait à l'effet calculé, que comme 36 à 100, c'est-à-dire, de 6186 pieds cubes; & l'on voit qu'il aurait été nécessaire de beaucoup multiplier ces machines à vent.

694. Le Dictionnaire encyclopédique renferme, au mot MOULIN, une description très-détaillée, & accompagnée de cinq planches, touchant un moulin de cette espèce, qui puise l'eau d'un puits au jardin d'une maison du fauxbourg Saint-Sever, à Rouen. Ce moulin est un de ceux qu'on nomme *moulin à pile*, c'est-à-dire, que le corps du moulin est une tour de maçonnerie, & que le comble tourne sur la maçonnerie lorsqu'on veut exposer les ailes au vent. Afin de faire comprendre comment ces parties sont assemblées, & en quoi consiste leur solidité, on s'y est étendu sur les forces de ce moulin, & sur la manière dont elles sont dirigées. Les personnes qui voudraient en construire un semblable, peuvent consulter cet ouvrage, où elles trouveront tout ce que l'on peut souhaiter sur la construction du moulin, de la machine qui y est appliquée, & de la pompe dont on a fait usage. Ce moulin, c'est-à-dire, la tour, la pompe, l'intérieur du puits & toute la machine, sans y comprendre le puits & les réservoirs, qui étaient d'ancienne date, n'a coûté que 3000 liv. au plus.

695. LE même ouvrage a aussi exposé, tome V, page 5, dans une planche, tout le mécanisme intérieur du moulin à vent de la ferme de Villebon, dans le parc de Meudon, qui sert à élever de l'eau. Ce hernaz fait le sujet du troisième chapitre de l'ouvrage de M. Weidler. (a)

Des machines hydrauliques mues par l'eau.

696. LORSQU'ON est à la proximité d'un ruisseau ou d'un courant d'eau un peu fort, ou de quelque rivière, on en profite pour faire agir les pompes; cela s'exécute par le moyen de plusieurs sortes de machines, qu'on

(a) *De duabus moletrinis hydraulicis, quarum ale vento versantur*, pag. 50.

peut véritablement nommer *hydrauliques*. Le ruisseau a un avantage incontestable, qui est de fournir jour & nuit un moteur égal ; cependant , à moins que ce ne fût une source un peu forte, il est démontré que les pompes à chevaux fournissent plus d'eau en une heure , qu'une source ordinaire n'en amène en quatre jours.

Nouvelle grue propre à élever des poids par l'action de l'eau.

697. IL a été annoncé, dans les papiers publics, une nouvelle espèce de *grue hydraulique*, propre à tirer des mines & carrières, avec plus de facilité qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, les seaux, les sacs, l'eau, le charbon, le minéral, &c. Il peut être utile d'avoir connaissance de cette annonce, d'autant plus que les personnes qui voudraient des éclaircissements, sont averties de s'adresser au sieur Christophe Gallet, Anglais, qui en est l'inventeur (a). Elle agit par le moyen d'une roue de dix pieds de diamètre seulement. Cette roue a un mouvement toujours égal & uniforme ; quoique rapide, on l'arrête dans l'instant : elle se meut par le moyen de l'eau ; le moindre courant d'eau suffit. Si ce moteur manque, la personne chargée de vider les seaux & les baquets, peut elle-même la mettre aisément en jeu sans avoir rien à craindre : on la gouverne sans peine & sans risque. Les ouvriers qui se trouvent dans la mine ou dans la carrière, peuvent, en se mettant dans un baquet, ou en s'attachant à un seau, se faire tirer en-haut sans le moindre danger. Cette machine peut d'ailleurs servir à beaucoup d'autres usages ; par exemple, dans les moulins à papier & autres. Elle est d'une construction fort simple ; on peut en avoir une en place, propre à élever un poids de mille livres, pour la somme de 30 livres sterling.

698. DE tous les moyens de faire servir l'action d'un courant à mouvoir une machine, il n'y en a pas de plus simple, de plus commode & de moins sujet à inconvénient, que de garnir cette machine d'une ou de plusieurs roues, munies à leur circonférence d'ailes ou *aubes*, qui reçoivent l'impulsion du courant d'eau, & la transmettent aux roues qu'elles font tourner. La machine de Nimphembourg, exécutée par le comte de Walh, directeur des bâtimens de l'électeur de Bavière (b), est de ce genre. Dans sa simplicité, & pour élever l'eau à soixante pieds, elle est bien entendue ; son produit serait plus considérable, si les fourches n'avaient le défaut commun dans presque

(a) Privilégié du roi de la Grande-Bretagne, pour la construction de ces machines dans le duché de Cornouailles, rue Tarisstock, à Devon.

(b) Décrite dans le *Traité de l'élévation*

des eaux, par l'auteur, Munich, 1716, page 122. Dans l'Encyclopédie, au mot *Moulin*, avec deux planches ; dans Bélidor, tome II, page 141, avec ses différens développemens en une planche.

toutes les pompes, du manque de proportion entre les corps de pompe qui, dans cette machine, ont dix pouces de diamètre, & les fourches qui n'en ont que trois : la roue en a vingt-quatre.

699. Nous n'entrerons point en particulier dans le détail des effets d'aucune de ces machines ; il ne s'agit toujours ici, comme dans toutes les autres, que de bien connaître le principe moteur ; car ce qu'on nomme proprement *la machine*, ne sert qu'à augmenter & à régler la force mouvante. Ce n'est ni la force ni la solidité des matériaux qui font le mérite de l'invention : les machines mues par un courant d'eau apporté soit par une rivière, soit par un ruisseau, recevant leur force motrice de l'impulsion de cet agent, par son poids ou par son choc sur les aubes, en-dessus ou en-dessous, la partie essentielle de l'hydrodynamique consiste dans l'examen de la meilleure manière d'employer la force de l'eau comme principe moteur. Les considérations nécessaires ensuite pour porter les machines de cette espèce à leur plus haut point de perfection, sont la recherche du nombre & de la disposition la plus avantageuse des mêmes aubes, relativement au diamètre de la roue, à la quantité dont elle trempe dans l'eau, & à la vitesse du courant. Ce dernier article, & en conséquence le nombre des aubes ou vannes à opposer au courant, sont difficiles à déterminer, & il n'est pas étonnant que plusieurs savans se soient trompés sur cette matière. La nature d'un fluide perpétuellement inégal dans son volume & dans sa force, donnent évidemment à penser que, malgré la physique la plus exacte, & la plus subtile géométrie, la solution de ces problèmes ne peut guère comporter une certaine précision : c'est une remarque faite par un savant qui a porté dans la théorie de l'hydrodynamique la même lumière qu'il a répandue sur la mécanique des corps solides, & sur toutes les matières qu'il traite. M. d'Alembert ajoute qu'il est peut-être impossible de résoudre mathématiquement la plupart de ces problèmes, & que l'expérience seule peut conduire à leur solution. C'est aussi la voie qu'a adoptée M. l'abbé Bossut, pour suppléer aux secours pénibles, ou même impuissans, qu'offre la géométrie pour perfectionner l'hydrodynamique. Dans son ouvrage, qui embrasse l'hydrostatique & l'hydraulique, il établit avec clarté & avec méthode, des principes confirmés par l'expérience, qui doivent aider à résoudre le problème dans chaque cas particulier, ainsi que la manière de trouver la meilleure proportion entre la hauteur & la largeur d'une aile, qu'il importe quelquefois de connaître. Les auteurs de l'Encyclopédie ont adopté sur cette matière la théorie établie dans un mémoire de M. Pitot (a). Quoique les principes qui y sont avancés soient aujourd'hui reconnus fautifs, nous donnerons

(a) Inséré dans le volume de l'Académie des sciences, pour l'année 1729.

ici une place à ce mémoire : il pourra de cette manière être comparé avec l'examen plus approfondi que d'autres savans ont fait de ce sujet ; il fera sur-tout à propos de prendre connaissance, dans le volume de l'académie de 1759, du mémoire de feu M. de Parcieux.

Des aubes, & de la disposition la plus favorable à leur donner.

700. LES aubes sont diversement placées, ou diversement configurées, selon que les roues sont destinées à être mues par la chute, ou par l'impulsion de l'eau, ou quelquefois par l'impulsion & la chute de cet agent, ou selon qu'elles sont destinées à faire agir des pompes. Les roues sur lesquelles l'eau tombe en chute dans des augets, se nomment *roues à eau supérieure*. Celles que l'on fait mouvoir en venant frapper des aubes, sont distinguées par le nom de *roues à eau inférieure*. Il faut distinguer deux sortes d'aubes : celles qui sont sur les rayons de la roue, & dont par conséquent elles suivent la direction selon leur largeur ; elles s'appellent *aubes en rayon* : celles qui sont sur des *tangentes* tirées à différens points de la circonférence de l'arbre qui porte la roue, ce qui ne change rien au nombre ; on appelle celles-ci *aubes en tangente*.

701. " Si l'on considère que la vitesse de l'eau n'est pas la même à différentes profondeurs, & plusieurs autres circonstances, on conjecturera que
 " le nombre & la disposition les plus favorables des aubes sur une roue, ne
 " sont pas faciles à déterminer. 1°. Le nombre des aubes n'est pas arbitraire ;
 " quand une aube est entièrement plongée dans l'eau, & qu'elle a la position
 " la plus avantageuse pour être bien frappée, qui est naturellement la per-
 " pendiculaire au fil de l'eau, il faut que l'aube qui la suit & qui vient
 " prendre sa place, ne fasse alors qu'arriver à la surface de l'eau & la toucher ;
 " car pour peu qu'elle y plongeât, elle déroberait à la première aube une
 " quantité d'eau proportionnée, qui n'y ferait plus d'impression ; & quoique
 " cette quantité d'eau fit compression sur la seconde aube, celle qui serait
 " perdue pour la première, eût été faite sous l'angle le plus favorable, & l'autre
 " ne peut l'être que sous un angle qui le soit beaucoup moins. On doit
 " faire en sorte qu'une aube étant entièrement plongée dans l'eau, elle ne
 " soit nullement couverte par la suivante ; & il est visible que cela demande
 " qu'elles aient entr'elles un certain intervalle ; & comme il sera le même
 " pour les autres, il en déterminera le nombre total. Les aubes attachées
 " chacune par son milieu, à un rayon d'une roue qui tourne, ont deux di-
 " mensions, l'une parallèle, l'autre perpendiculaire à ce rayon ; c'est la pa-
 " rallèle que l'on appellera leur *hauteur* ; si la hauteur est égale au rayon de la
 " roue, une aube ne peut plonger entièrement, que le centre de la roue ou

„ de l'arbre qui la porte ne soit à la surface de l'eau ; & il est nécessaire qu'une
 „ aube étant plongée perpendiculairement au courant , la suivante , qui
 „ ne doit nullement la couvrir , soit entièrement couchée sur la surface de
 „ l'eau , & par conséquent fasse avec la première un angle de 90 degrés ,
 „ ce qui emporte qu'il ne peut y avoir que quatre aubes : d'où l'on voit que
 „ le nombre des aubes sera d'autant plus grand , que leur largeur sera moins
 „ dre. (a) L'aube en rayon & l'aube en tangente entrent dans l'eau & en
 „ sortent en même tems , & elles y décrivent , par leurs extrémités , un arc
 „ circulaire , dont le point de milieu est la plus grande profondeur de l'eau à
 „ laquelle l'aube s'enfonce : on peut prendre cette profondeur égale à la lar-
 „ geur des aubes. Si l'on conçoit que l'aube en rayon arrive à la surface de
 „ l'eau , & par conséquent y est aussi inclinée qu'elle puisse , l'aube en tan-
 „ gente qui y arrive aussi , y est nécessairement encore plus inclinée ; &
 „ de là vient que , quand l'aube en rayon est parvenue à être perpendicu-
 „ laire à l'eau , l'aube en tangente y est encore inclinée , & par conséquent
 „ en reçoit à cet égard & en a toujours jusques-là moins reçu d'impression.
 „ Il est vrai que cette plus grande partie de l'aube en tangente a été plongée ,
 „ ce qui semblerait pouvoir faire une compensation ; mais on trouve
 „ au contraire , que cette plus grande partie plongée reçoit d'autant moins
 „ d'impression de l'eau , qu'elle est plus grande par rapport à la partie la
 „ plus petite de l'aube en rayon plongée aussi , & cela à cause de la différence
 „ des *angles d'incidence*. (b) Jusques-là l'avantage est l'aube en rayon. Ensuite
 „ l'aube en tangente parvient à être perpendiculaire à l'eau , mais ce n'est
 „ qu'après l'aube en rayon ; le point milieu de l'arc circulaire qu'elles dé-
 „ crivent , est passé ; l'aube en rayon aura été entièrement plongée , & l'aube
 „ en tangente ne le peut plus être qu'en partie , ce qui lui donne du désa-
 „ vantage encore , dans ce cas même , qui lui est le plus favorable : ainsi
 „ l'aube en rayon est toujours préférable à l'aube en tangente. On a pensé
 „ à donner aux aubes la disposition des ailes du moulin à vent , & l'on a
 „ fait ce raisonnement : ce que l'air fait , l'eau le peut faire. Au lieu que
 „ dans la disposition ordinaire des aubes elles sont attachées à un arbre
 „ perpendiculaire au fil de l'eau , ici elles le sont à un arbre parallèle à ce
 „ fil. L'impression de l'eau sur les aubes disposées à l'ordinaire , est inégale
 „ d'un instant à l'autre : sa plus grande force est dans le moment où une
 „ aube étant perpendiculaire au courant , & entièrement plongée , la sui-
 „ vante va entrer dans l'eau , & la précédente en sort. Le cas opposé est
 „ celui où deux aubes sont en même tems également plongées. Depuis

(a) M. Pitot a ajouté dans ce mémoire
 une petite table calculée du nombre & de
 la largeur des aubes.

(b) Angle que fait la direction d'un corps
 avec le plan sur lequel il tombe.

„ l'instant du premier cas, jusqu'à l'instant du second, la force de l'im-
 „ pression diminue toujours, & il est clair que cela vient originairement
 „ de ce qu'une aube, pendant tout son mouvement, y est toujours iné-
 „ galement plongée; mais cet inconvénient cesserait à l'égard des aubes
 „ mises en ailes de moulin à vent : celles-ci étant toutes entières dans l'air,
 „ les autres seraient toujours entièrement dans l'eau. Mais on voit que
 „ l'impression doit être ici décomposée en deux forces, l'une parallèle, &
 „ l'autre perpendiculaire au fil de l'eau, & qu'il n'y a que la perpendi-
 „ culaire qui serve à faire tourner. Cette force étant appliquée à une aube
 „ nouvelle, qu'on aurait faite égale en surface à une autre posée selon
 „ l'ancienne manière, il s'est trouvé que l'aube nouvelle qui reçoit une
 „ impression constante, en eût reçu une un peu moindre que n'aurait fait
 „ l'aube ancienne dans le même cas. D'ailleurs, quand on dit que la plus
 „ grande vitesse que puisse prendre une aube ou aile mue par un fluide
 „ est le tiers de la vitesse de ce fluide, il faut entendre que cette vitesse
 „ réduite au tiers, est uniquement celle du centre d'impulsion, ou d'un
 „ point de la surface de l'aube, où l'on conçoit que se réunit toute l'im-
 „ pression faite sur elle. Si le courant fait trois pieds en une seconde, ce
 „ centre d'impulsion fera un pied en une seconde; & comme il est nécessai-
 „ rement placé sur le rayon de la roue, il y aura un point de ce rayon qui
 „ aura cette vitesse d'un pied en une seconde, si ce point était à l'extrémité
 „ du rayon, qui serait, par exemple, de 10 pieds, auquel cas il serait au
 „ point d'une circonférence de 60 pieds, il ne pourrait parcourir que 60
 „ pieds, ou la roue qui porte les aubes ne pourrait faire un tour qu'en 60
 „ secondes, ou en une minute. Mais si ce même centre d'impression était
 „ posé sur un rayon à un pied de distance du centre de la roue & de l'arbre,
 „ il parcourrait une circonférence de 6 pieds, ou ferait un tour en six secon-
 „ des, & par conséquent la circonférence de la roue ferait aussi son tour
 „ dans le même tems, & aurait une vitesse dix fois plus grande que dans le
 „ premier cas. Donc moins le centre d'impression est éloigné du centre de la
 „ roue, plus la roue tourne vite. Quand une surface parallélogrammique,
 „ mue par un fluide, tourne autour d'un axe immobile, auquel elle est sus-
 „ pendue, son centre d'impression est, à compter depuis l'eau, aux deux
 „ tiers de la ligne qui la divise en deux selon sa hauteur. Si la roue a 10 pieds
 „ de rayon, l'aube nouvelle, qui est entièrement plongée dans l'eau, & dont
 „ la largeur ou hauteur est égale au rayon, a donc son centre d'impression
 „ environ à 6 pieds du centre de la roue. Il s'en faut beaucoup que la lar-
 „ geur ou hauteur des aubes anciennes ne soit égale au rayon, & par
 „ conséquent leur centre d'impression est toujours plus éloigné du centre de
 „ la roue, & cette roue ne peut tourner que plus lentement; mais cet avan-

„ tige est détruit par une compensation presque égale dans le mouvement cir-
 „ culaire de l'aube : le point immobile ou point d'appui est le centre de la
 „ roue ; & plus le centre d'impression auquel toute la force est appliquée
 „ est éloigné de ce point d'appui , plus la force agit avantageusement , parce
 „ qu'elle agit par un long bras de levier. Ainsi , quand une moindre distance
 „ du centre d'impression au centre de la roue fait tourner la roue plus
 „ vite & fait gagner du tems , elle fait perdre du côté de la force appliquée
 „ moins avantageusement , & cela en même raison : d'où il s'ensuit que la
 „ position du centre d'impression est indifférente. La proposition énoncée
 „ en général , eût été fort étrange ; & l'on peut apprendre par beaucoup
 „ d'exemples à ne pas rejeter les paradoxes sur leur première apparence.
 „ Si l'on n'a pas songé à donner aux ailes de moulin à vent la disposition des
 „ aubes , comme on a songé à donner aux aubes la disposition des ailes de
 „ moulin , c'est que les ailes de moulin étant entièrement plongées dans
 „ le fluide , son impression tendrait à renverser la machine en agissant égale-
 „ ment sur toutes ses parties en même tems , & non à produire un mouve-
 „ ment circulaire dans quelques-unes. „

702. UNE des conditions que doit avoir une roue chargée d'aubes , c'est de tourner toujours uniformément ; & pour cela il faut qu'elle soit telle que , dans quelque situation que soit une roue , l'effort du fluide contre toutes les aubes ou parties d'aubes actuellement enfoncées , ne produise aucune accélération , ou que la somme des efforts positifs pour accélérer la roue soit égale à la somme des efforts négatifs pour la retarder : ainsi le problème qu'il faudrait d'abord résoudre , ce serait de savoir le nombre d'aubes qu'il faut donner , pour que , dans quelque situation que soit la roue , l'effort du fluide , pour accélérer ou pour retarder la roue , soit nul. Parmi les machines hydrauliques qui peuvent servir à élever l'eau hors des mines , il en est une connue très en grand en France , mais uniquement pour transporter de l'eau fort au loin (a). En Allemagne , où elle a été inventée & où elle est en usage depuis très-long-tems pour les mines , elle est connue sous le nom de *feld oder streken gangen*, *feld gestangen* : on l'appelle aussi *slangen-kunst* , ce qui veut dire littéralement

(a) Sur la rivière de Seine , entre Saint-Germain & Marly , d'où elle porte le nom de ce second endroit , qui doit une partie de ses embellissemens à cette machine. M. Weidler , dans son ouvrage , paraît avoir été informé de l'origine de cette construction , d'une manière absolument conforme à l'anecdote historique que j'ai rapportée , relativement à son constructeur , Rennequin. Sans savoir lire ni écrire , c'était , selon

M. Weidler , un ouvrier excellent & expérimenté dans ce genre de travail ; mais attendu qu'il n'était pas en état de vanter à la cour son travail , ni d'en garantir le succès , Deville , associé avec lui , suppléait à ce qui manquait à Rennequin ; & comme , en avançant dans les ouvrages , il a pu ajouter quelque chose du sien , il est arrivé qu'il a passé pour l'inventeur de la machine de Marly.

machine ou engin à barres. Dans le *Traité de l'exploitation des mines*, traduit de l'allemand, cette machine est décrite, §. III, part. IV, page 207, d'après l'ouvrage de l'académie de Freyberg, sous le nom de *machine avec des tirans horizontaux* : nous en avons parlé sommairement à l'article des machines employées au pays de Liege pour épuiser les eaux des houilleries. La figure 2, pl. XXIII, que nous avons empruntée de M. Saverien, donne une idée générale du jeu de ces machines, qui tient à un arrangement particulier de tirans ou de longues pièces, soit de bois, soit de métal, assemblées à fourchettes les unes aux autres, & soutenues d'espace en espace par des bascules ou des leviers mobiles sur une de leurs extrémités. La figure 4 de la même planche, représente un de ces *feld-gefangen*, comme l'appelle M. Wolf, & que nous tirons de même, ainsi que la description, du Dictionnaire de M. Saverien, tome I, page 365. Elle est composée d'une roue verticale A, & agissant par le moyen d'une manivelle C, à laquelle est un bras B, d'un balancier BMNG, construit en forme d'échelle, & suspendu par échelons dans des especes d'effieux K, K, K, K, que portent des pieux P, P, P, P, ou quelquefois des treteaux ou chevalets. Cette roue est mue ordinairement par un courant d'eau, quand on a cette facilité, en lui ménageant en-avant un *coursier* (a), ou par quelqu'autre agent. Cette roue en tournant, tantôt tire le balancier BMNG, tantôt le pousse, suivant que la manivelle C avance ou recule : c'est tout le contraire quand elle pousse. Voilà en quoi consiste le mouvement de la machine. Pour en tirer parti, l'on attache aux extrémités N, N de ce balancier, opposées à la roue, une piece de charpente en forme de croix, dont deux bras sont attachés aux pistons de deux pompes placées dans l'eau que l'on veut élever. On comprend, par le mouvement de ce balancier, comment les pistons sont élevés & abaissés successivement, & comment cette machine, au moyen du balancier qui peut se prolonger à volonté, fait monter l'eau, de quelqu'endroit qu'on veuille la tirer.

703. Il y a diverses sortes de ces machines, selon le nombre de corps de pompes qu'elles font agir, ou selon qu'elles peuvent être assises directement à la bouche du puits à pompes, ou qu'elles en sont éloignées. On nomme *machines simples*, celles qui n'élèvent l'eau que dans un seul corps de pompe; & on appelle *machines doubles*, celles qui élèvent l'eau dans deux corps de pompe. La première espece est peu usitée, & demande à être travaillée avec un soin particulier, pour pouvoir être de quelqu'utilité. L'autre est le plus souvent en usage pour l'épuisement des mines; sa construction est pareillement variée, en raison de la distance qu'il y a de la roue au puits de la machine, &

(a). En hydraulique, un *coursier* est un chemin que l'on construit pour l'eau entre deux piloris, afin qu'elle puisse arriver aux aubes d'une roue, & que l'on ferme quand on veut, en baissant une vanne au-devant de la roue.

qui peut être depuis 50, 100, jusqu'à 800 *luchters*. Les eaux de la mine de Nordmark, en Suede, sont élevées par une machine de cette espèce, composée d'une roue, à laquelle sont adaptés trois rangs de *tirans*, qui sont mouvoir des pompes aspirantes dans trois différentes mines.

704. A Dannemora, dans la mine de Storagrufven, qui est la plus considérable de ce quartier, & où les eaux sont si abondantes que l'épuisement s'en fait aux frais de la couronne, par un *perçement* qui de nécessité aura cinq lieues de longueur, les eaux extérieures qui sont mouvoir une semblable machine sont extrêmement éloignées; la roue se trouve à plus de 850 toises de distance de la mine. Le *seld-gestangen* qui épuise les eaux de la fosse nommée *Chaudrier*, près le village de Beine, à une lieue de Liege, est composé, comme celui de Marly, de plusieurs jeux de pompes qui agissent par le moyen d'une grande roue à seaux: elle est mise en mouvement par une chute d'eau, formée en partie des eaux que donnent ces pompes, & en partie de celles d'un réservoir d'eau, ménagé à la proximité. La différence du jeu de ces pompes avec celui de la machine de Marly, est que dans cette dernière ces pompes ont deux mouvemens, le mouvement aspirant, & le mouvement foulant. Dans cette machine, les pompes sont seulement aspirantes. Tout l'ouvrage de cette mine est situé sur une hauteur, à portée d'une colline; c'est sur le penchant de cette côte qu'on a établi ces pompes, à la distance du bure de 1100 pieds; & la grande roue qui met toute cette machine en mouvement, est placée sur la même colline, à 1640 pieds plus bas, afin qu'une partie de ses eaux puisse être conduite dans le bassin qui forme cette chute d'eau. De la superficie du bure à exploiter jusqu'au niveau des pompes, il y a vingt-quatre toises de *plomb*, & huit repos ou espèces de bassins, dans lesquels les pompes versent les eaux pour être élevées de proche en proche par d'autres pompes supérieures, jusqu'à un canal souterrain. A chaque repos, il y a deux pompes, & les deux dernières supérieures sont celles qui fournissent une partie de l'eau à son mouvement.

705. ON aura facilement l'idée de l'effet de cette machine, en faisant attention à son assise sur le penchant d'une colline. A peu près à mi-chemin des pompes, jusqu'à la roue du mouvement, on a pratiqué un réservoir qui se remplit en partie des eaux venant des *arènes bâtarde*s de quelques petites houilleries qui s'exploitent plus haut, & en partie des eaux d'entre deux terres, & comme il a été dit de celles que lui fournissent les pompes supérieures. Comme ce réservoir ne pourrait pas toujours fournir assez d'eau pour faire agir la roue, on a fait un canal qui vient depuis le repos supérieur du jeu des pompes, jusqu'à ce bassin, où les deux pompes supérieures versent leurs eaux. En même tems, comme la montagne sur laquelle est élevée cette machine, & la côte qui fournit au réservoir une partie des eaux, laissent, en se réunissant à la hauteur de la retenue des eaux, un bas-fond, les eaux

du canal se trouveraient, au point de ce bassin, plus bas que son niveau : c'est pourquoi l'on a pratiqué, à cinquante pieds de distance du réservoir, deux puits pour recevoir les eaux que lui amène le canal des deux pompes supérieures. Ces deux puits étant maçonnés, les eaux qui s'y trouvent sont forcées de s'élever & de se porter dans un petit canal qu'on y a fait pour les conduire jusqu'au réservoir. Dans le fond de ce puits est une décharge, avec une bonde qui se tire à volonté : de là enfin les eaux sont conduites jusqu'à la grande roue, par un canal souterrain qui se ferme avec une palle. A soixante-dix pieds du point de la roue, on a conduit les eaux de ce canal jusqu'à leur chute, par une rigole de bois ; & comme on a en vue de faire tourner cette roue avec peu d'eau, on a été obligé de donner à la roue cinquante-trois pieds de diamètre : ce qui fait qu'on n'a pu donner que deux pieds & demi d'élévation à ses points d'appui, pour n'être pas obligé d'amener les eaux sur cette roue d'une hauteur prodigieuse. Ainsi l'on a creusé, par cette raison, une espèce de bassin pour recevoir sa partie inférieure : tout son mouvement est double.

706. SANS pouvoir dire la quantité d'eau que cette machine épuise en un tems donné, on sait qu'elle épuise promptement toute la mine.

707. PAR la figure détaillée des *feld-gestangen*, fig. 2, 3 & 4. pl. XXXVI, qui se trouve dans l'ouvrage de l'Académie de Freyberg, & dans la traduction française, on juge combien l'éloignement du principe moteur à la mine que l'on veut épuiser, ainsi que la longueur du trajet de tout cet attirail, rendent la machine dispendieuse, en proportion de la quantité de tirans qui viennent faire jouer les trains des pompes, & combien les frottemens ainsi multipliés font perdre de force. Comme cependant, au défaut de meilleur moyen, on doit compter pour quelque chose cette commodité, de faire usage d'une force, quelque éloignée qu'elle soit, dont on a besoin, il est bon d'en avoir quelque idée. J'ai pensé, pour cette raison, pouvoir placer ici ce qui se trouve sur ce sujet dans l'*Art des mines*, par Lehmann, tome premier, page 58, & qui a été omis dans la description sommaire de l'exploitation des mines métalliques, que les auteurs de l'Encyclopédie ont empruntée de cet ouvrage, au mot MINES. La planche qui accompagne la description de l'auteur, dans l'ouvrage même, ne représente que la partie de la machine qui appartient au premier mobile, c'est-à-dire, la roue menant des manivelles, les manivelles menant des tiges de pistons qui élèvent l'eau dans des pompes, d'où ensuite l'eau est forcée, par d'autres pistons, de monter plus haut : le reste de l'attirail n'est aperçu qu'en perspective. Voici la description qu'il donne de ces machines. Je détaillerai ensuite les articles de construction qui y ont rapport ; ils rempliront la promesse que j'ai faite d'en donner les développemens.

708. "La première chose nécessaire pour établir cette machine, c'est d'examiner si l'on aura toujours assez d'eau pour la faire mouvoir. Lorsque la

„ machine est au-dessus de la terre, il faut nécessairement que les eaux
 „ qui la font marcher, soient aussi au-dessus de la terre; on se sert pour
 „ cela d'une rivière ou d'un ruisseau du voisinage, qui aient pendant toute
 „ l'année assez d'eau, & qui ne tarissent point en été. Quand on est privé
 „ de cet avantage, on est obligé de creuser à force de bras, des réservoirs,
 „ pour y rassembler les eaux des sources & des fontaines du voisinage,
 „ que l'on tient à une certaine hauteur par le moyen d'écluses, afin de
 „ remédier aux inconvéniens qui peuvent survenir dans des tems de sé-
 „ cheresse; & on n'en laisse sortir que l'eau qui est nécessaire pour faire
 „ aller la machine, aussi bien que les boccards ou pilons, & les lavoirs. Si
 „ la machine à eau est placée dans les souterrains, on sera encore obligé
 „ de la faire mouvoir à l'aide des eaux qui sont à la surface de la terre,
 „ ou de celles que fournissent les galeries des mines. Quand on aura suf-
 „ fisamment d'eau, on la fera tomber sur la roue par des auges destinées à
 „ cet usage, ou par des tuyaux semblables à ceux qui ont été décrits pour
 „ le renouvellement de l'air. On n'a pas besoin de la même quantité d'eau
 „ pour faire marcher toutes les roues: cela dépend de leur grandeur & de la
 „ masse d'eau qu'on veut faire monter. Lors donc qu'il s'agit de construire
 „ la machine à eau, la première chose à examiner est la possibilité de placer la
 „ roue au-dessus du puits à pompe; ou bien, quand c'est à la surface de la
 „ terre, s'il faut se servir de barres ou de *tirans de fer* enchevêtrés les uns
 „ dans les autres, en forme de *balanciers*; ou, si c'est dans l'intérieur de
 „ la terre, on verra s'il faut se servir de *barres de fer*, qui tiennent sur la
 „ place au piston. Quand cette machine est placée directement au-dessus
 „ du puits d'épuisement, la roue qui met la machine en mouvement, peut
 „ avoir depuis 18, 20, 24 ou 28 aunes de diamètre, & même davantage,
 „ suivant l'exigence des cas; on regarde celles qui n'en ont que 21, comme
 „ les meilleures, parce qu'elles ne font pas tant travailler le bois. Lors-
 „ que la manivelle tourne, elle fait en même tems soulever la *barre de tirage*,
 „ ou elle la laisse retomber en-bas: c'est au-bas de cette barre de tirage,
 „ que le *piston* est attaché par un écrou, comme aux pompes ordinaires.
 „ Ce piston est un morceau de bois arrondi, qui a 5 pouces de hauteur, &
 „ est rempli de trous; c'est au-dessus de cette pièce qu'on met la soupape
 „ ou un morceau de cuir qu'on appelle *clapet*. Ce piston s'attache à la *barre*
 „ *de tirage* par une vis, & il élève l'eau dans le corps de la pompe. Les corps
 „ de pompe sont ou de bois ou de fer; ou, ce qui vaut encore mieux, de
 „ cuivre jaune battu à froid: ces derniers sont les plus durables: on leur
 „ donne une épaisseur & un diamètre proportionnés à la quantité d'eau que
 „ l'on veut tirer. Ou ces corps de pompe versent l'eau dans une auge, ou
 „ bien on y joint encore par le bas des tuyaux de bois: lorsque ces tuyaux
 „ font

„ font bas, ils n'élevent point l'eau au-dessus de cinq verges. Un équipage
 „ de pompe de cette espèce, est composé d'un corps de pompe & de trois
 „ *alonges* ; mais lorsqu'ils sont plus longs, ils élevent l'eau jusqu'à douze
 „ ou quinze verges : alors ils sont composés de cinq tuyaux ou *alonges*
 „ ajustées les unes au bout des autres. L'eau qui tombe de la surface de la
 „ terre pour faire aller la machine, est reçue dans une *auge* qui la détourne :
 „ ou l'eau tombe par en-haut sur la roue, ou bien elle la fait mouvoir
 „ par en-bas ; c'est pourquoi l'on fait des roues qui ont de *double aubes*,
 „ afin de pouvoir tourner des deux côtés. S'il n'est pas possible de placer
 „ la machine à eau directement au-dessus du puits destiné à l'épuisement
 „ des eaux, il faut, comme on l'a dit plus haut, former des *repos*, *palliers*
 „ ou emplacements faits exprès pour la recevoir ; & pour lors on attache
 „ des barres immédiatement à la roue : elles sont assujetties dans l'endroit
 „ où la barre joint l'extrémité de la manivelle coudée, attendu que ces
 „ *palliers* ou *repos* ne vont point toujours tout droit, mais forment souvent
 „ des angles, ce qui est causé que la barre doit faire plusieurs coudes :
 „ aussi ces machines sont-elles sujettées à se détraquer. Les barres dont on
 „ se sert pour cela, sont adaptées les unes aux autres avec des clavettes :
 „ on y ajoute des *bras en croix*, afin qu'elles puissent continuer à se mou-
 „ voir, lors même que l'un viendrait à se rompre, & une machine dont
 „ les barres seraient conduites dans la pleine campagne. Ces barres sont
 „ faites comme les précédentes, & peuvent descendre perpendiculairement
 „ dans le sein de la montagne, jusqu'à 60 verges de profondeur, même
 „ davantage. Il pourrait arriver que la roue, par la trop grande quan-
 „ tité d'eau qui sort des souterrains, cessât de se mouvoir. Pour être
 „ averti de cet inconvénient, on adapte un marteau qui, à chaque tour de
 „ roue, frappe sur un corps sonore : c'est ce qu'on nomme un *surveillant*.
 „ Quelquefois le souterrain est à une si grande profondeur, que la machine
 „ ne peut plus en tirer les eaux. Lorsque les mines en valent la peine, on
 „ place quelquefois trois, quatre, ou cinq de ces machines à eau les unes
 „ au-dessus des autres : elles se fournissent de l'eau réciproquement. De cette
 „ manière on peut remédier à l'inconvénient qui résulte des eaux, & l'on
 „ peut les tirer des endroits les plus profonds, de la même manière qu'on
 „ peut en faire sortir le mauvais air, & y introduire de l'air frais. „

709. La figure 3 de la même planche XXXVI représente un de ces *feld-
 gestängens*, dont l'ouvrage de l'académie de Freyberg détaille, de la ma-
 nière suivante, les différentes parties. Depuis la barre de manivelle, jusqu'au
 puits nommé *kunst schachte*, puits de la machine, la manivelle (*kurbel*),
 autrement dite le *tourillon* (*krummer zapfen*), tient à la roue enfermée dans
 la hutte, à la plus souvent une aune de hauteur, & peut se mouvoir par la

roue à eau, supérieure ou inférieure, qui quelquefois n'a qu'une manivelle d'un côté seulement, & quelquefois une à chaque côté. On la voit aussi en B, fig. 4. La barre par laquelle le mouvement de la manivelle est communiqué à la bascule qui l'avoi sine, Bb, fig. 4, s'appelle *barre de manivelle* (*korb flange*); c'est ce que nous nommons en français *bielle*. On voit qu'elle est attachée à l'extrémité inférieure de la première ou *principale bascule* (*hompf-schwinge*) dans la face opposée à celle où le barrage inférieur vient s'attacher; de manière que si cette première ou *principale bascule* est poussée par la manivelle vers le puits, tout le barrage supérieur est ramené vers la roue qui a fait agir la manivelle, & entraîne alors dans le même mouvement les quatre autres bascules, que l'on distingue simplement de la principale, par le nom de *montans*, & qui sont rangés sur une ligne entre des *barres fermantes* (*schoffer*) à la distance les unes des autres de quinze aunes : on les voit à part en c.

710. Les pièces qui composent le barrage supérieur & inférieur d, sont appelées *barres de trait* (*zug stangen*), & communément en français *tirans*; leur longueur est de 18 aunes, leur hauteur de 5 pouces, & leur largeur de 4 pouces. Malgré la petite dimension de la figure, on peut juger comment elles sont ajustées aux montans ou *barres fermantes*, représentées en e, qui sont de la longueur de trois quarts d'aune, & enchaînées en crémaillères, avec quatre anneaux ou frettes bien ferrés: ce qui épargne des vis, pourvu que les entailles soient bien justes. Quand la barre est très-longue, on place ordinairement deux vis dans les montans les plus proches de la roue, jusqu'à moitié de la longueur, dans chaque montan, entre les anneaux, pour donner plus de solidité. Ces barres de trait doivent être de même longueur que les montans, & faits selon un modèle: on doit même avoir de ces tirans & de ces bouts tirans, ainsi que des autres parties qui composent les appareils de pompe, toutes prêtes pour en avoir sur-le-champ sous la main quand il faut en remplacer quelques-unes. Les montans ou barres fermantes peuvent être arrangés de façon qu'ils entrent dans le milieu des bascules, parce qu'alors ils sont moins sujets à se casser (a); ils peuvent en outre être recouverts d'un petit toit fait de deux petites planches minces, afin de les garantir de la dégradation provenant de l'humidité. Les supports (*strung-baume*) ou chevalets gg, fig. 3, & PP, fig. 4, pl. XXXVI, doivent toujours être posés en ligne droite: sur quoi l'on doit pourvoir à la difficulté qu'il pourrait y avoir d'y parvenir, à raison de l'inégalité du

(a) Pour empêcher qu'une des barres de fer qui composent les chaînes, venant à se casser, n'en fassent rompre plusieurs autres par le grand effort de la manivelle

qui les fait agir, Rennequin Sualem a placé de douze en douze toises dans la machine de Marly, une chaîne brisée qui obéit.

terrein, en employant des treteaux plus ou moins exhaussés; mais les barres doivent toujours être en montant & en descendant, & retenues au bout des lignes au moyen d'une forte cheville de fer, afin qu'elles puissent avoir du jeu.

711. Les barres rompraient quelquefois, s'il fallait monter une hauteur trop escarpée, & dans ce cas on place des tournaux. Ce sont des arbres ou effieux, avec des demi-croix de la même forme qu'est représentée la croix entière ou tourniquet *n*, dont les bras sont égaux, & dont les bras horizontaux sont attachés aux tirans perpendiculaires, auxquels répondent les pistons. Les montans *c* peuvent avoir six aunes de longueur dans les barres qui doivent chasser loin. Quant à leur grosseur, elle est proportionnée à la longueur de la barre, & à la profondeur d'où elle doit s'élever. On ménage dans leur milieu un trou quarré, pour y faire passer l'axe de fer *iii*, qui entre dans les supports, ou bien on le pose dans un moyeu de bois dur, & ajusté dans les supports; ce qui diminue un peu le frottement de l'axe de fer. Les montans sont garnis, outre cela, de jumelles de fer *k, k*, dont on voit la forme en *i, i*; ces jumelles (*wangeneiser*) doivent être ajustées à point aux trous dans lesquels passent les chevilles de fer *i, i*: elles sont enfoncées dans le bois, & ralentissent la trop grande célérité du jeu des montans. Sur ces chevilles portent les barres, & sur les barres supérieures on assujettit, au lieu de mauvais bouts de bois, des garnitures de fer *m*, que l'on fait entrer dans les barres, & qu'on y retient avec des clous: elles ont l'avantage d'empêcher que les barres ne s'usent trop tôt, & de faire qu'on peut enlever toujours le barrage. Pour les barres inférieures, elles sont garnies vers le bas seulement avec des fers de rencontre un peu effilés, ou avec une raie au dedans, & alors posés sur les chevilles sans bouts de fer.

712. Il y a quelques-uns de ces ouvrages, construits de façon que les chevilles passent immédiatement à travers les montans ou les barres; mais comme dans cette manière les barres tombent trop facilement des trous, & que le barrage va & vient par conséquent de tout côté, ce qui en fait perdre la volée en plus grande partie, où son élévation est la principale intention, particulièrement dans un conduit latéral, on garnit les barrages de cette façon ou de la manière qui vient d'être expliquée; c'est-à-dire, que ces bois ou espèces de madriers, coupés d'un quart d'aune de longueur, & de quatorze ou quinze pouces de hauteur, sont cloués aux barres, ajustés au train, & percés de chevilles. Si le trou s'en est échappé, il est plus facile d'y rajuster un bout ou une garniture, que de changer ou d'y remettre de nouvelles barres: cependant ces sortes de garnitures ne laissent pas de fatiguer des barres longues, & de leur ôter leur légèreté, objet qu'il faut principalement ne point négliger. Au-dessus des puits pend une croix *N*, aux deux bouts de laquelle sont attachés les barrages, & aux deux autres bouts les

R r ij

barres du puits. Tout au milieu passe l'axe de fer *o*, qui roule, comme les montans, sur un appui de bois dur, ou dans une fente de fer, représentée dans cette croix; on voit en *P* & *Q* les ferrures & la préparation du bois. Lorsque deux barrages jouent à côté l'un de l'autre, & sont portés sur les mêmes treteaux, il faut aussi deux croix.

713. L'ÉTABLISSEMENT de ces engins exige de construire un plancher ou une assise en pierres aux endroits où il faudra des chevalets, afin qu'ils ne puissent pas s'enfoncer, ce qui produirait un inconvénient fâcheux & continu. La distance des treteaux les uns des autres, doit néanmoins être de huit longueurs d'aune, & c'est sur la longueur des barrages qu'il faut en proportionner le nombre, étant essentiellement nécessaire que les supports restent dans leur juste assiette; car sans cela le barrage porte d'un côté, va de travers, & cause du dérangement. Les treteaux, les supports, les montans & les barres de trait se font de bois tendre; mais les montans supérieurs & les croix ou tourniquets sont de bois dur. Les trous percés dans les montans qui passent par les deux côtés du train, doivent être percés droits de l'un à l'autre. Il faut aussi que les barres aient leur situation juste & exacte sur les chevilles, sans être trop longues ni trop courtes, afin qu'un montant ne soit pas plus long qu'un autre, qu'il ne joue point çà & là, & que le mouvement du *barrage*, tant supérieur qu'inférieur, soit égal. On doit pourvoir avec soin que les principaux montans, les manivelles & les croix ou tourniquets soient toujours tenus bien graissés. Quand ces sortes de conduits sont vieux, les barres fermantes se tirent, & pour lors les barres deviennent plus longues qu'il ne faut; on les arrête ordinairement de la manière suivante. On attache une chaîne autour des barrages; & au moyen d'un tourniquet, après avoir dégagé les fermoirs, on la serre le plus qu'il est possible; on voit ensuite la longueur qui est à diminuer. Une autre attention que demande la justesse de cette machine, est que les bras de levier soient suffisamment tendus, & que les chevilles aient assez de jeu pour que le frottement soit le moindre qu'il est possible.

714. ON doit sur-tout rapporter à cette construction une remarque faite à l'observatoire de Paris, sur l'allongement d'une barre de fer dans l'été, & le raccourcissement de cette même barre dans l'hiver. (*a*) M. Weidler, à la fin de sa description latine de la machine de Marly, en a pris occasion d'avertir en général, que les tirans de fer, qui composent le barrage de ces engins, varient en longueur, en raison du grand froid de l'hiver, & du grand chaud de l'été; de manière que ce métal étant resserré dans le froid, les barres de trait ne peuvent pas jouer librement, & qu'étant relâchées

(*a*) Par M. de la Hire, histoire de l'académie des sciences, ann. 1689, page 62.

dans l'été par la chaleur du soleil, elles jouent difficilement. Quand une barre de fer ne s'allongerait que de deux tiers de ligne du grand froid au grand chaud sur cent toises, ce serait plus de six pouces d'allongement : en voilà assez pour faire sentir combien le jeu des pistons serait dérangé, si cette longue chaîne qui leur communique le mouvement, souffrait sans correction les changemens que les différentes températures peuvent y causer. Pour remédier à cet allongement des barres de fer, & à l'effet qui en résulterait, M. Weidler fait la remarque, qu'à l'endroit de la jonction de ces barres, on est obligé de pratiquer plusieurs trous, afin de les mettre en état d'allonger ou de raccourcir la chaîne que les tirans forment par leur assemblage, en faisant entrer plus ou moins le bout d'une barre dans la fourchette de l'autre, où elle s'arrête avec une cheville.

715. ON trouve dans la description de la machine de Marly, par M. Bélidor, une manière de manœuvrer commodément, lorsqu'on veut tirer les cadres hors des baches, pour réparer ces cuvettes.

716. TOUTES ces différentes parties ont besoin d'être conservées soigneusement dans un état de souplesse qui est essentiel. L'académie de Freyberg, pour les parties en cuir, conseille les matieres grasses, comme un mélange de suif avec un peu d'huile. Pour les parties en fer, les résineux, comme de la térébenthine mêlée avec de l'huile de poisson ou de l'huile de navette, le gaudron même & toutes les matieres tenaces, sont recommandés.

Machine hydraulique qui peut être aussi mue à volonté par le vent, par des hommes, par un ou plusieurs chevaux.

717. UNE machine, sans contredit, la plus parfaite & la plus intéressante après la pompe nommée *pompe à feu*, dont il va être parlé, est la machine exécutée à Pontpéant en Bretagne, par feu M. Laurent, pour épuiser les eaux de la nouvelle & de l'ancienne mine de plomb qui s'y exploite. Nous invitons nos lecteurs à prendre connaissance de la description qui en a été donnée par M. Gouffier, dans l'Encyclopédie, au mot POMPE. Description éclaircie par deux *planches* qui développent l'élévation ou profil & le plan de la machine de la nouvelle mine, & par trois autres *planches* pour la machine avec laquelle on épuise l'ancienne mine. L'une & l'autre sont une application, considérablement perfectionnée, d'une invention de M. Dupuis (a), simplifiée ensuite par l'auteur, & soumise en 1740, par sa veuve, à l'examen de l'académie des sciences. L'approbation des commissaires, en date du 20 décembre, fait une simple mention de la première machine qui avait été pré-

(a) M. Dupuis, maître des requêtes, intendant du Canada.

sentée à l'académie : elle était connue du docteur Défaguliers , qui en a donné une courte description dans son ouvrage , avec une figure , quoiqu'il n'en eût pas une opinion bien favorable. Nous n'en donnerons ici qu'une idée sommaire , telle que les auteurs de cet ouvrage l'ont inférée. (a)

718. " CETTE machine est composée , dans son intérieur , de deux baches ou caisses de bois posées l'une au-dessous de l'autre , qui se garnissent en - dedans de plaques de cuivre de trois côtés , excepté celui où est attachée la plate - forme , qui est garnie de cuir , avec une rainure dans son épaisseur , pour éviter le trop de frottement. Le coffre , où sont les mouvemens , est séparé en - dedans par une cloison : ces deux baches sont dans l'eau , dont la superficie est comprimée par l'air extérieur. La plate-forme , qui est mouvante & garnie de fer , est inclinée dans la caisse , tenant par un bout à un *boulon* (b) de fer attaché à la caisse en forme de charniere , & de l'autre taillé en portion de cercle , formant un arc de 90 degrés , montant & agissant sur un autre quart de cercle , suivant lequel est taillée une des parois du coffre , garni de cuir fort ou de bourre , pour empêcher l'eau de descendre. Cette plate-forme est percée de deux ouvertures garnies de clapets , donnant passage à l'eau dans le tems du jeu de la plate-forme , que fait agir une tringle de fer inclinée par le moyen de deux mouffles ou d'un châssis à deux branches , & qui se raccorde à un des bouts de la tête de la plate-forme , & va se rendre à la manivelle & au moteur. Ce moteur , dans la machine pour la nouvelle mine , est une roue à augets de 16 pieds de diametre , & de 8 pieds d'épaisseur ; les augets sont au nombre de 40 , & l'arbre de la roue a 13 pieds de longueur , & est terminé par des manivelles doubles. La roue de la machine de l'ancienne mine est garnie de 80 augets , disposés comme dans l'autre ; elle a 33 pieds de diametre , & 3 pieds d'épaisseur ; son axe a 3 pieds 4 pouces de grosseur , sur 10 pieds de longueur , & est embrassé , dans sa partie quarrée , par les raies de la roue ; ses deux extrémités arrondies & garnies de plusieurs frettes , sont terminées par une manivelle simple. Par le mouvement de la plate-forme , l'eau qui entoure les deux coffres & qui y entre continuellement , étant comprimée par l'air extérieur ou par l'atmosphère , fait lever deux clapets de la plate-forme mouvante , & force à se lever deux autres clapets correspondans , placés sur le dessus de la caisse ; au moyen de quoi l'eau passe dans une espee de hotte de cheminée , pour se communiquer

(a) Au mot *Hydraulique* , tome VIII , page 365 , sous ce titre : *Nouvelle machine de M. Diquis* , avec deux planches , tome V.

(b) *Boulon* , grosse cheville de fer qui a une tête ronde ou quarrée , & qui est percée

par l'autre bout , & arrêtée par une cheville pour retenir un tirant ou une autre piece d'une machine. On en met aussi dessous les robinets , pour empêcher qu'ils ne soient levés par la force de l'eau.

„ dans le tuyau montant qui porte l'eau au réservoir, ou dans l'endroit des-
 „ tiné. Cette machine étant ainsi établie pour l'épuisement d'une mine, l'eau
 „ est premièrement attirée par une pompe aspirante, à la hauteur de 24 pieds;
 „ dans un bache ou coffre de bois, & est reprise par une ou plusieurs pom-
 „ pes successivement jusqu'en-haut. Le mouvement est une tringle de bois
 „ qui fait agir tous les coffres par le moyen de deux *bielles* & d'une tringle
 „ de fer coudée qui y est attachée, & qui se rend par-dessous dans le coffre
 „ où est la plate-forme: en-haut c'est un rouet & une lanterne que font mou-
 „ voir deux chevaux attelés dans un manege. On ne fait monter l'eau qu'à
 „ 24 pieds, & à plusieurs reprises, afin de soulager la colonne d'eau ou tuyau
 „ montant; car on pourrait élever l'eau tout d'un coup à 200 pieds par une
 „ pompe foulante. Le minéral est monté à bras dans des seaux par le moyen
 „ d'un treuil. L'avantage de cette machine est de n'avoir point de piston ni de
 „ corps de pompe, & d'avoir peu de frottemens, de s'user moins qu'une au-
 „ tre, d'être de peu d'entretien, de coûter moins dans l'exécution, qui ne
 „ passe pas ordinairement, étant simple, la somme de 1200 livres; de se loger
 „ dans les puits sans échafaudage & sans grande préparation; d'être mise en
 „ mouvement par des hommes, par des chevaux & par le vent; & avec tout
 „ cela, d'amener dans le même espace de tems le double de l'eau que peut
 „ fournir la meilleure machine qui ait été exécutée jusqu'à présent, si ce
 „ n'est la pompe à feu. La raison en est fort simple: le coffre où est ren-
 „ fermée la plate-forme mobile, a ordinairement deux pieds & demi de
 „ long sur neuf pouces de large, & un pied environ de haut, & par sa ca-
 „ pacité & étendue a plus de jeu, contient plus d'eau, & s'agit plus vio-
 „ lemmment qu'un corps de pompe d'un pied de diamètre, avec un piston
 „ qui lui serait proportionné. Cette machine peut donc être mue par le cou-
 „ rant d'une rivière, ou par une chute d'eau, que l'on conduirait sur les
 „ aubes de la roue, qui ferait agir une manivelle coudée, à laquelle seraient
 „ attachées les tringles de fer correspondantes aux coffres percés dans la
 „ partie basse de l'eau. Si elle était exécutée en grand avec une manivelle à
 „ tiers-point, une plate-forme percée de trois clapets, qu'elle fût mue
 „ par un seul cheval dans un manege avec un train, un rouet & une lan-
 „ terne, ce qui augmente beaucoup la force du moteur, elle fournirait huit
 „ muids au moins par minute, le reste du produit abandonné pour les frot-
 „ temens, ce qui ferait par jour 11520 muids. Sans manege, cette machine
 „ mue par quatre hommes fournit, suivant le rapport de l'académie, quatre
 „ muids & quatre cinquièmes d'eau par minute, à seize pieds de hauteur.
 „ Il est à remarquer que, quand la manivelle est simple, il n'y a qu'une
 „ plate-forme dans le coffre; lorsqu'elle est coudée, ou à tiers-point, il y
 „ a une ou deux séparations dans le coffre, pour y loger deux ou trois plates-

„ formes, & qui ne change rien à la mécanique de la machine, & qui re-
 „ vient aux trois corps de pompe ordinaire. La tringle est simple pour une
 „ plate-forme; quand il y en a deux, la tringle se termine en-bas par une
 „ patte à deux branches, qui prend sur la plate-forme. Un moulin à vent
 „ peut aussi faire agir de la même façon cette machine, en mettant la mani-
 „ velle dans le haut, & correspondant à l'une des deux ailes: alors la tringle
 „ passe à travers un arbre creusé, tourne de tout sens, & vient se commu-
 „ niquer à un balancier que levent les tringles qui vont faire agir les plates-
 „ formes des coffres qui sont posés au bas de la citerne. Enfin l'on peut ap-
 „ pliquer cette machine à une pompe à cheval. (a) „

Des pompes ou machines dont la force motrice est empruntée du feu.

719. DE tout ce que l'esprit inventif des hommes a pu imaginer, dans la vue d'imprimer du mouvement à une machine, rien n'est plus ingénieux & ne mérite davantage la préférence (lorsqu'on peut en faire les frais) pour faire agir des pompes dans des mines profondes, que l'application de la propriété connue à l'air de se dilater considérablement par la chaleur, & de se condenser par le froid: c'est uniquement en cela que consiste le mécanisme de la machine de *Griff* en Angleterre, & de *Fresnes* au Hainaut Français, dont nous avons donné une description détaillée, & qui en remplissant leurs opérations, donnent une puissance égale à quelque poids que ce soit. Le nom anglais, *steam engine*, ou *machine à vapeur*, désigne bien mieux cette machine par son moteur, que le nom de *pompe* ou *machine à feu*, sous lequel on peut confondre les pompes employées pour éteindre le feu, & que nous appellons en français *pompes à incendies*. (b) A la première vue d'une de ces machines, les parties qui la composent paraissent extraordinairement multipliées & compliquées; cependant elles ne sont qu'en nombre suffisant pour l'utilité de sa justesse & de ses opérations: l'exactitude des descriptions dont j'ai fait usage, ne m'avait rien laissé à y ajouter, que la partie de construction, telle qu'il convient qu'elle soit connue au moment qu'on entreprend d'établir une machine de cette espèce: l'ouvrage de M. Blakey ne m'a point permis de balancer un instant à changer le travail que j'avais disposé sur cela.

(a) Cette application est représentée dans la *figure 5* de la *planche II* de l'Encyclopédie.

(b) Il y a environ trois ans, que les papiers publics ont annoncé un mémoire sur la meilleure manière de construire les pompes à feu, par M. Tillaye, fils du pompier

privé du roi, & qui a remporté en 1772 le prix proposé par l'académie royale des sciences de Copenhague. Ce mémoire a uniquement pour objet les pompes à incendies, que l'idiome danois a rendues vraisemblablement par l'expression *pomper à feu*, *pompes pour le feu*.

720. LA nouvelle forme sous laquelle je présente ici cette partie, viendra à l'appui de la description de l'art de construire les pompes à feu, par M. Blakey; c'est un recueil historique, théorique & pratique, qui complétera tous les éclaircissemens que l'on peut souhaiter sur cette sorte de pompe. Les directeurs de mines, persuadés de la nécessité des connaissances qu'Agricola exige d'eux, relativement aux machines, me sauront gré d'avoir rassemblé tous les objets qui vont être rapprochés les uns des autres sur une invention dont plusieurs nations se disputent la découverte ou la perfection.

721. COMME les différens points sur lesquels je vais revcnir, exigent que le lecteur ait présent à l'esprit l'essentiel des descriptions qui ont été insérées à leur place, je ferai une révision des principales parties de ces machines sur les *planches* qui ont servi à l'intelligence de ces mêmes descriptions; elles serviront ainsi à rappeler une idée générale des machines à feu. Je donnerai une description sommaire de quelques parties de plusieurs de ces machines; j'entrerai dans le détail des particularités les plus intéressantes sur la construction, le jeu, le mouvement de cette machine, sur le calcul de son effet; & je finirai par un état sommaire des différenes pieces qui la composent, qui ont besoin d'être changées, réparées, entretenues. Cet article de construction sera suivi d'une espece de tableau de décomposition, qui renfermera une indication de leurs développemens, de la précision des dimensions de la plupart d'entr'elles, enfin d'un état des frais & de dépense totale pour pourvoir à l'entretien de la machine.

722. POUR dire un mot de l'époque de cette magnifique découverte, il y a sur cela une singularité assez remarquable, c'est que, tandis que M. Papin, docteur en médecine & professeur de mathématiques à Marbourg, essayait à Cassel en Allemagne de faire servir dans la mécanique la vapeur de l'eau mise en activité par le feu, que Leibnitz avait de son côté la même idée, le capitaine Savery exécutait une semblable machine à Londres; & M. Amontons, en France, était occupé d'employer d'une autre maniere la force de cet élément, ne désespérant point d'en tirer à l'avenir autant de service que de l'air ou de l'eau pour remplacer la force de ces élémens par celle du feu. Ce savant donna en 1669, dans les mémoires de l'académie, le projet d'une espece de moulin qui devait être mu par l'action du feu. Je ne sache pas qu'elle ait été exécutée en grand; il comparait son effet, pour la force, à l'effet de 39 chevaux au moins. Ainsi trois nations de l'Europe ont concouru en même tems à l'exécution de cette magnifique pompe, due cependant à une expérience du baron de Worcester, qui la publia en 1663, (a) & aux premieres découvertes de M. Papin, & devenue ensuite l'objet de l'attention de tous les mécaniciens.

(a) Centuries d'inventions.

723. LEUPOLD, dans son *Theatrum machinarum*, (a) a rassemblé, dans plusieurs *planches*, des coupes & des profils de la machine de M. Amontons, de M. Papin, de M. Savery. On y trouve aussi le dessin de celle qui a été exécutée pour les mines de Konisberg en Hongrie, par le sieur Potters. (b) Les mines & les autres sont accompagnées, dans le cours de l'ouvrage, d'une explication abrégée. Les descriptions les plus détaillées & les plus répandues sont celles dont nous avons fait usage : la première, qui est du docteur Délaguliers, est sur-tout intéressante par les détails & les recherches dans lesquels l'auteur est entré sur l'histoire & le mécanisme de cette pompe. La seconde, qui est de M. Bélidor, ne l'est pas moins dans la manière dont cette machine est développée & calculée dans son effet, relativement à la force de l'eau bouillante, à la résistance de l'atmosphère & à celle du poids de la colonne d'eau qu'on veut élever. La description de la machine de Bois-Bossu, près S. Guilain, au Hainaut Autrichien, est, mot pour mot, la même que celle de Fresnes, décrite par M. Bélidor. Les *planches* qui accompagnent cette description, présentent beaucoup de développemens de conséquence pour l'intelligence de la machine. L'*Essai de physique* par Muschembroeck en renferme une description qui a été insérée depuis en extrait, dans l'ouvrage du sieur Cambray de Digny, (c) qui, dans la machine à feu de Castiglione, développée en sept *planches*, s'est occupé de remédier à quelques inconvéniens de la machine de Papin & de Délaguliers. M. l'abbé Bossut a inséré dans son *Hydrodynamique* (d), une description de celle de Fresnes, près de Condé, qui lui a été envoyée par M. le chevalier de Buat, ingénieur ordinaire du roi.

724. EN 1723, A. de la Mortraye, dans ses *Voyages* imprimés en anglais & en français (e), donna le dessin & l'explication des machines ou pompes à feu, placées sur les bords de la Tamise, pour en distribuer l'eau par des tuyaux dans les cuisines & brasseries de Londres. Les volumes des machines présentées à l'académie royale des sciences de Paris, renferment les plans, coupes & profils de plusieurs machines à feu. Une en 1726, (f) de MML. Mey & Meyer, Anglais de nation & associés, auxquels il fut accordé le 6 juillet 1727 un privilège exclusif pour établir & enseigner, pendant l'espace de cinquante ans, à mettre en pratique cette espèce de pompe. (g)

(a) Tome II, imprimé en 1725, tab. XLII & XLIII.

(b) *Id.* tab. XLIV.

(c) Description d'une machine à feu, construite pour les salines de Castiglione, in-4. 1766, chap. V, page 190, chap. III, page 32.

(d) Tome I, partie I, chap. II, page 125.

(e) In-fol. chap. V, page 360.

(f) Ann. 1726, tome IV, n. 282, 283, page 185.

(g) Au mois d'août 1737, ces étrangers proposèrent au corps de ville de Paris, de construire une de ces machines pour élever une certaine quantité d'eau sur la place de l'Éstrapade, aux conditions qu'on leur don-

M. des Boisfranc (a), architecte, en présenta une dont les effets sont produits par les mêmes causes, & dont l'exécution est assez semblable : elle a été donnée d'une manière plus détaillée en quatre *planches*. Elle ne diffère de la pompe à feu de M. Meyer, qu'en ce que l'ouverture & la fermeture des robinets s'opèrent par un hérisson ; de plus, les tuyaux d'épreuve sont différemment pratiqués, & la valvure donnant issue à la vapeur quand elle est trop forte dans le cylindre, est différemment placée. Dans la même année, le même auteur en proposa une seconde, représentée dans le volume, n. 288, en une *planche*. En 1751, M. François Watkins, opticien du prince de Galles, donna un modèle de cette machine, en gravure *in-fol.* avec les explications & des détails en langue anglaise (b), & dont la plupart sont

nerait neuf cents mille francs, deux cents mille livres pour honoraires, qu'ils auraient la direction de cette machine, & cinquante mille livres pour les frais de son entretien annuel; ce qui faisait un fonds de deux millions cent mille livres.

(a) Ann. 1727, n. 284, 285, 286, 287, page 191.

(b) Dans le courant de cette année 1775, MM. Périer freres ont appliqué le mécanisme des pompes à feu à des senti-pompes destinées à l'élévation de l'eau pour la décoration des jardins, & pour les besoins domestiques : ils en ont exécuté deux qui ont réussi, l'une chez M. le duc d'Orléans, à la chaussée d'Antin; l'autre au fauxbourg du Roule, dans le jardin de M. le duc de Chartres. La première marche par le moyen d'un poêle, & elle a le double avantage d'échauffer tout l'hiver les ferres & appartemens, en élevant encore, suivant l'annonce de MM. Périer, 30 à 40 muids d'eau par heure, à 35 pieds au-dessus de la surface de l'eau du puits. On dit 30 à 40 muids, parce que cette machine va plus ou moins vite, selon le degré de feu. On peut, au moyen des soupapes pratiquées dans la cheminée, échauffer les ferres chaudes, & faire marcher la machine en même tems, ou chauffer seulement la machine sans les ferres, ou les ferres sans la machine. Elle marche déjà depuis long-tems, sans avoir éprouvé le moindre dérangement, parce qu'elle est

extrêmement simple, & qu'elle n'a besoin d'autre agent que le feu. Cette pompe occupe fort peu d'espace, & peut se placer par-tout où l'eau n'est pas à plus de 20 ou 25 pieds de profondeur; si elle était beaucoup plus basse, on serait obligé de faire ce qui a été exécuté dans le jardin de M. le duc de Chartres, au fauxbourg du Roule, où les puits ont 70 ou 80 pieds de profondeur : la machine à feu a été placée au-dessus d'un puitsard, qui a été rempli une première fois par un moyen quelconque; l'eau de ce puitsard, élevée par la machine, est portée à l'autre bout du jardin, par des tuyaux de conduite, sur une roue de moulin qu'elle fait tourner, & dont l'action donne le mouvement à des pompes ordinaires; après quoi elle retourne au puitsard d'où elle a été tirée, par un canal en forme de rivière. Ces machines peu coûteuses, exécutées en grand, pourraient être fort utiles à beaucoup de manufactures situées dans des pays où les matières combustibles sont à bon marché : elles peuvent faire marcher des usines de toute espèce. Dans un supplément, à la suite de l'ouvrage de M. de Digny, on trouve la description d'une petite pompe à feu de douze pouces de diamètre sur dix-huit pouces de hauteur, qui produit 990 livres d'eau par minute, sans les déchets. MM. Périer construisent actuellement chez eux de ces pompes dans une forme portative; ils pourraient même les

tirés de Défaguliers. M. de Tilly, dans sa brochure, a rapporté une courte description de cette machine, page 68, éclaircie par une gravure qui est la figure 2 de la pl. I de Bélidor.

Différentes especes de machines nommées machines à feu : particularités remarquables dans quelques-unes.

725. TOUTES les différentes machines à feu, ou proposées, ou exécutées, ou décrites, ou gravées, doivent se rapporter à deux especes principales, uniquement différentes par leurs forces, à raison de la différence de méthode sur laquelle elles sont construites; savoir, celles qui l'ont à pistons & à leviers, & qui, à proprement parler, sont des pompes à feu : le récipient se vuide par répulsion.

726. LES autres que l'on pourrait appeller *machines de Savery*, ou de *Newcomen & Cawley*, qui les premiers les ont exécutées ou perfectionnées vers l'année 1705, peuvent très-bien être distinguées des autres par le nom de *machines à balancier*.

Machine à feu sans balancier.

727. LA machine à feu sans balancier originairement est la machine de M. Savery, décrite dans le *Lexicon technicum* de Harris, ensuite par Défaguliers & Muschembroeck. Ses parties principales sont un alambic, dont la forme est ordinairement sphérique, & un ou deux récipients. De l'alambic la vapeur passe dans le récipient, communiquant par son fond avec le tuyau ou les tuyaux d'aspiration, & avec le récipient qui se vuide par l'action répulsive de la vapeur; c'est-à-dire, que cette vapeur venant à frapper l'eau, la comprime & la chasse hors du récipient. Cette marche rend fort lente l'opération, qui par elle-même est déjà très-bornée, ne pouvant guere élever plus de cinq toiseaux d'eau par heure, cette quantité étant proportionnée à la capacité ordinaire du récipient. A la vérité, l'on n'est pas obligé de faire dans cette machine plus de feu qu'on n'en fait dans une grande cheminée ordinaire. Quoique cette machine n'ait communément qu'un récipient, M. Défaguliers ne regarde pas comme tout-à-fait inutile la méthode de M. Savery, dans laquelle on en emploie deux pour un seul alambic; il la juge même préférable dans certaines occasions, moyennant quelques corrections: mais ce savant reconnu, dans un modele propre à agir, tantôt avec deux, tantôt avec un seul récipient, qu'un seul récipient peut se vuider trois fois, disposer à agir par le feu d'une cuisine. Peut-être parviendront-ils à les adapter à beaucoup d'autres objets.

pendant que les deux qui s'emplissent successivement, ne peuvent se vider qu'une fois chacun : en sorte qu'une machine par ce moyen serait aussi simple, agirait plus aisément, coûterait presque la moitié moins, & élèverait un tiers plus d'eau. Il construisit, d'après cette expérience, une machine qu'il décrit dans son ouvrage, & qu'il a accompagnée d'une *planche*. (a) Sur ce modèle, il en a construit ensuite plusieurs, dont la première fut pour le Czar Pierre, qui la plaça dans son jardin de Pétersbourg. Il en a aussi construit, à Kington, une qui va très-bien avec un seul récipient. Il en avait même une chez lui, qui élevait l'eau à 35 pieds, dont il faisait voir le jeu & les effets dans ses cours. M. Cambray de Digny a joint à cette machine simple une machine à levier, construite sur les principes de Bélidor, & propre à élever l'eau à une grande hauteur, plus convenable que celle de Savery, pour fournir une grande quantité d'eau à tous les degrés d'élévation où peut porter la pression de l'atmosphère. Afin que la machine opérât tous ses mouvemens par elle-même, il a imaginé une roue mue par un courant d'eau ménagé avec l'eau même du réservoir qui recevrait l'eau que produirait la machine. Dans l'intention d'éviter de faire refouler l'eau, pour évacuer les pompes, il les a ouvertes par le flanc, où il a ajouté un mouvement qui les ferme si exactement dans l'instant du vuide, que l'eau ne saurait y pénétrer. Il a imaginé des mouvemens particuliers, soit pour l'entretien de la chaudière, soit pour donner cours à l'eau d'injection & l'intercepter, pour élever l'eau au sommet de la machine, & relativement à ces deux derniers objets, pour ouvrir & fermer successivement le passage à la vapeur, de même que pour ouvrir & fermer ses pompes. Je renvoie, pour un plus grand détail, à l'ouvrage de l'auteur.

Machines à balancier ou à levier.

728. CES machines, nommées souvent *machines de Newcomen*, parce que c'est lui & Cawley qui les premiers l'ont exécutée de manière à produire tous ses effets, sont celles qui sont décrites par Délaguiers, ensuite par Bélidor : elles sont mieux nommées *machines à balancier*, du nom de la principale pièce qui les fait mouvoir. C'est un grand balancier mobile sur un axe qui le traverse perpendiculairement : l'une des extrémités du balancier fait mouvoir les *pompes* destinées à tirer l'eau du fond des puits, ou à élever l'eau du réservoir, tandis que l'autre extrémité est appliquée à un piston qui monte & descend alternativement dans le cylindre où se fait successivement l'élévation & la condensation de la vapeur de l'eau. Ce cylindre communique à une chaudière où se forme la vapeur qui remplit le cylindre dont nous venons de

(a) *Planche XL.*

parler, & en faisant équilibre avec l'air extérieur, donne lieu à l'action prépondérante de l'autre bras du balancier. Le piston étant arrivé à son plus haut terme, un mouvement particulier interrompt, par le moyen d'un *régulateur*, la communication d'entre le cylindre & la chaudière : en ce moment un filet d'eau froide amenée par un tuyau, condense la vapeur du cylindre, dont la force s'anéantit, opère le vuide, & donne lieu à la colonne d'air de refouler le piston jusqu'en-bas : alors le mouvement agissant en sens contraire, ferme le robinet d'injection, rouvre le régulateur, & laisse à la vapeur la liberté de monter dans le cylindre, & le jeu de la machine recommence. Ainsi toute cette manœuvre dépend des actions successives de l'eau en vapeurs, de l'eau froide, & du poids de l'atmosphère. Lorsque cette machine à balancier est bien réglée, ses opérations s'exécutent en quatre secondes, dont deux pour la levée du piston, & deux pour sa chute. Ces machines ont différentes grandeurs, selon l'objet qu'on se propose en les construisant : il y en a dans lesquelles le cylindre a cinq à six pieds de diamètre intérieur, & le piston six à sept pieds de jeu : il y en a de plus grandes encore, & alors on y met ordinairement deux chaudières qui communiquent avec le même cylindre, & qu'on fait bouillir alternativement. Les dimensions des autres parties de la machine se reglent à proportion, de manière qu'elle donne une puissance égale à tel poids que ce soit ; car si le diamètre du cylindre, par exemple, de deux pouces & demi de diamètre, était augmenté de dix ou de cent fois, son mouvement serait aussi facile, quoique la puissance fût augmentée comme les quarrés de ces nombres. Mais en même tems cette machine a aussi ses bornes : elle ne doit pas être trop petite ; car elle aurait un trop grand frottement à proportion de l'eau qu'elle élèverait, & elle serait trop dispendieuse, étant composée d'autant de parties que les plus grandes machines, qui reviennent à meilleur marché, à cause de la proportion de l'eau que la machine élève. Le frottement est toujours comme le diamètre du cylindre, au lieu que la quantité d'eau qui s'élève est comme le quarré du diamètre, & la partie de la puissance qui est employée à mouvoir tout le petit mécanisme, beaucoup plus grande à proportion dans une petite que dans une grande machine.

729. C'EST cette machine à *balancier*, la seule usitée actuellement dans les mines d'Angleterre & ailleurs, qui va être le sujet d'une révision particulière, dans plusieurs points de construction : nous commencerons par quelques-unes de ces machines les plus remarquables en Angleterre ; nous viendrons ensuite à celles qui sont établies en France.

Particularités de quelques machines à feu en Angleterre.

730. DANS quelques quartiers de la ville de Londres, il y a de ces machi-

nes, pour distribuer l'eau de la Tamise, par des tuyaux, dans les cuisines & brasseries; une entr'autres, dont il va être parlé, & une à *Chelsea*: toutes ont été détruites & rétablies à plusieurs reprises différentes. Les vicissitudes qu'elles ont éprouvées, se ressentent fort des contradictions qu'a essuyées l'introduction du charbon de terre dans cette même capitale. Soit difficulté particulière & momentanée de l'application continue de ces pompes à l'usage qu'on en faisait, soit, comme l'a voulu l'auteur d'une feuille hebdomadaire, (a) *incommodité que la fumée du charbon de terre, nécessaire pour le service de ces pompes, répandait dans la ville, du côté où le vent portait*; on y avait pendant long tems abandonné leur usage: mais on y est revenu, ou parce que les premières difficultés se sont applanies avec le tems, ou *faute de meilleurs expédiens*. (b) Celle de ces machines qui a été placée en 1728 sur le bord de la Tamise, & qui après avoir été détruite, a été rétablie & simplifiée, n'est pas tout-à-fait la même dans sa construction que celle de *Freshes*; les petites différences qui s'y trouvent, ont fait juger aux éditeurs de l'Encyclopédie que la description de cette machine méritait d'avoir place dans leur ouvrage. (c) Je vais emprunter cette description, & j'y joindrai celle que M. Béli-dor a donnée de la pompe aspirante & refoulante de cette machine.

Description du steam-engine établi à Londres, à York-Buildings, sur le bord de la Tamise; & de la pompe aspirante & refoulante exécutée dans cette machine.

731. " CETTE pompe est placée dans un bâtiment où l'on a construit un
 „ fourneau, au-dessus duquel est une grande *bouilloire* de cuivre, sphérique
 „ par en-haut, bien fermée & entourée par-tout d'une petite galerie extérieure,
 „ laissant circuler la fumée du fourneau, qui entretient la chaleur de l'eau
 „ bouillante dont la bouilloire est remplie aux trois quarts. Le *cyindre* de la
 „ pompe est de cuivre, & d'un diamètre proportionné. Il est garni de son
 „ *piston*; ce piston descend & s'élève dans le cylindre: ce n'est qu'une plaque
 „ de cuivre roulée & bordée de cuir; il en est plus léger, & la vapeur le chauffe
 „ d'autant plus facilement. Il y a une chaîne de fer, dont l'anneau est accro-
 „ ché à la tige du piston, & tient à la courbe d'un balancier dont l'axe tourne

(a) M. de Parcieux, dans son troisième mémoire sur la rivière d'Yvette, comptait pour un obstacle à l'établissement de ce même moyen pour la ville de Paris, la dépense annuelle & journalière de ces machines, les accidens auxquels elles sont sujettes, & qui entraînent un nombre d'embarras considérables & d'emplacements sur

la rivière ou à côté, sur les ports & sur les quais. Voyez le volume des mémoires de l'académie pour l'année 1767.

(b) *Avant-courreur*, lundi 15 avril 1768, n. 33, page 524, où l'on rend compte du troisième mémoire de M. de Parcieux.

(c) Tom. VIII, pag. 365, au mot *Hydraulique*.

„ sur un tourillon dont les parties portent sur un des pignons du bâtiment.
 „ Un bout de tuyau transmet la vapeur de l'eau bouillante dans le cylindre ;
 „ & la partie de la machine qu'on appelle *régulateur*, ouvre & ferme en-
 „ dans & au haut de l'alambic l'extrémité du *tuyau de vapeurs*. Ce régulateur
 „ est un fîeau ou une coulisse de bois attachée à une petite courbe concen-
 „ trique à la pièce ceintrée du balancier, auquel elle est fixée, qui se haussant
 „ par ce moyen & se baissant, donne le jeu au régulateur & au robinet d'injec-
 „ tion, en retenant par des chevilles fixées dans plusieurs trous faits dans son
 „ épaisseur, les axes recourbés & communiquans au robinet & au régulateur,
 „ dont on rend l'effet plus ou moins prompt en haussant & baissant ces che-
 „ villes. Le *tuyau de l'injecteur* descendant du réservoir au-dessus, & se cou-
 „ dant pour entrer dans le cylindre, y jette environ neuf à dix pintes d'eau
 „ froide à chaque injection, par un robinet qui s'ouvre & se ferme con-
 „ tinuellement, au moyen des chevilles fixées le long de la coulisse. Il y a
 „ un petit tuyau qui sort de l'injecteur, & qui a un robinet toujours ou-
 „ vert ; il jette de l'eau prise dans le réservoir au-dessus, en couvre le pis-
 „ ton de cinq à six pouces : c'est ainsi que l'entrée est fermée à l'air, & le
 „ cuir du piston est humecté. On appelle *robinets d'épreuve*, ceux de deux
 „ tuyaux dont le plus court atteint seulement la surface de l'eau de la bouil-
 „ loire, & l'autre va jusqu'au fond ; ils indiquent tous deux l'excès ou le
 „ défaut de la quantité d'eau ou de vapeurs conservées dans l'alambic ou la
 „ bouilloire. Un tuyau communiquant à la capacité du cylindre, laissé écou-
 „ ler l'eau injectée, & la renvoie à la bouilloire ; un autre tuyau attaché
 „ au cylindre, donne issue à l'eau qui d'abord croit lorsque le piston est re-
 „ levé ; on y pratique un robinet qui jette l'eau sur la soupape du tuyau qui
 „ laisse sortir & l'air du cylindre & celui qui est amené par l'eau froide. Une
 „ valvule ou soupape couverte de plomb, laisse évacuer l'eau de la bouilloire
 „ quand elle a trop de force ; au-dessus du piston il y a un tuyau de décharge
 „ du cylindre, & au-haut du bâtiment un tuyau de décharge du réservoir.
 „ Deux autres courbes placées à l'autre extrémité du levier, font aller une
 „ *pompe renversée* qui fournit un petit réservoir, & des pompes aspirantes po-
 „ sées dans un puits, d'où l'eau est portée dans un grand réservoir. Le trop
 „ de fumée de la bouilloire sort par une cheminée : l'eau portée dans le petit
 „ réservoir fournit la machine ; celle portée dans le grand réservoir sert à
 „ tel usage que l'on veut : c'est elle qui mesure le vrai produit de la machine.

*Description des parties du piston des pompes du steam - engine de York-
 Buildings (a). Voyez pl. XVIII, fig. 3 & 4.*

732. „ LE tuyau d'aspiration AB, est uni au corps de pompe CDEF,

(a) *Architecture hydraulique*, tom. II, chap. III, liv. III, page 61.

comme

„ comme à l'ordinaire, ayant une soupape à l'endroit de jonction : le tuyau
 „ montant F G K L est aussi accompagné d'une soupape N, pour fermer la
 „ sortie I H de la partie coudée G I. Jusques là, cette pompe ressemble
 „ assez à celle qui est exprimée par la sixième figure de la planche deuxième ;
 „ mais le reste en est tout différent : le piston O P Q est un cylindre
 „ creux, de cuivre, qu'on remplit de plomb, pour lui donner un poids ca-
 „ pable de refouler l'eau qui doit passer dans le tuyau montant ; & comme
 „ la hauteur de cette eau pourrait être telle que le poids du piston ne suf-
 „ firait pas, on le surcharge avec des tables de plomb marquées T, qu'on en-
 „ file dans la verge V, en aussi grand nombre qu'il est nécessaire : c'est pour-
 „ quoi la tête du piston qui n'entre point dans le corps de pompe, a une figure
 „ quadrée d'une capacité suffisante pour servir de base au poids T. Pour évi-
 „ ter le frottement du piston contre la surface intérieure du corps de pompe,
 „ qui serait considérable s'il avait lieu sur toute son étendue, on a donné
 „ au diamètre du piston deux ou trois lignes de moins qu'à celui du corps de
 „ pompe, afin de laisser un intervalle entre deux. Cependant, pour empêcher
 „ la communication de l'air extérieur, qui serait un obstacle à l'aspiration, &
 „ qu'en refoulant, l'eau ne sorte par l'entrée C D du corps de pompe, on a
 „ disposé cette entrée d'une manière fort simple & fort ingénieuse, mais qu'on
 „ ne peut bien entendre qu'avec le secours de la figure sixième, qui n'est
 „ autre chose que la partie C D mise en grand. L'entrée L L du corps de
 „ pompe est accompagnée d'un rebord K L qui regne tout autour, & coulé
 „ avec elle, comme sont les brides ; sur le rebord sont appliquées deux ou
 „ trois rondelles de cuir E F G, repliées autour de la surface intérieure du
 „ corps de pompe ; ensuite est un anneau de cuivre, dont le diamètre du petit
 „ cercle tient un milieu entre celui du piston & celui du corps de pompe : là-
 „ dessus sont posées d'autres rondelles de cuir A, B, Z, repliées comme les pré-
 „ cédentes, mais d'un sens opposé, le tout recouvert d'un second anneau de
 „ cuivre H H, dont le petit diamètre I I est égal à celui du corps de pompe ;
 „ cet anneau est lié avec le rebord K L, par des vis C D, ajustées dans leurs
 „ écrous : ainsi l'anneau du milieu sert de guide au piston, qui ne touche
 „ qu'au cuir Z G, avec lequel il est intimement uni ; car comme il y a tou-
 „ jours de l'eau dans la cuvette X Y, le cuir se maintient renflé. Cette eau ne
 „ pouvant s'écouler, empêche que l'air extérieur ne puisse s'introduire dans
 „ le corps de pompe, & cela de la manière du monde la plus commode, puis-
 „ qu'on peut, quand il est nécessaire, renouveler les cuirs, & maintenir la
 „ pompe en bon état, sans être obligé de démonter aucune de ces parties.
 „ Pour que l'eau de la pompe même puisse entretenir la cuvette pleine, on
 „ a ajouté un petit robinet R, qui a communication avec le corps de pompe,
 „ & qui est fermé par une clef S, comme aux fontaines ordinaires. Quand

„ le piston refoule, à cause du jeu qu'on lui a donné, l'eau monte dans le
 „ robinet; quand on veut qu'elle se rende dans la cuvette, on ne fait que
 „ tourner la clef S; & comme la violence avec laquelle elle est poulée par
 „ l'effort du piston, la ferait jaillir avec impétuosité, on lui oppose une plaque
 „ de cuivre Z, portée par quatre branches liées ensemble comme la *figure*
 „ le montre. Ce robinet sert encore au commencement de l'aspiration, pour
 „ chasser l'air de la pompe plus promptement que s'il était obligé de sortir
 „ par le seul tuyau montant. On ouvre & ferme la clef S alternativement
 „ quand le piston monte & descend, comme à la machine du vuide. „

*Description de la pompe à feu, établie sur une mine ouverte dans l'année 1765,
 à six milles de Newcastle.*

733. M. Jars, de qui nous empruntons cette description & celle qui va
 suivre, prétend qu'on n'avait point encore vu de machine à feu exécutée
 avec autant de précision que celle-ci, & dont le jeu soit aussi aisé. Le dia-
 mètre du cylindre est de 60 pouces : on y a mis aussi trois tuyaux d'injection.
 L'axe du balancier n'est pas fait comme les autres; c'est une piece de fer
 fondu, d'environ deux pieds en quarré, & de deux pouces d'épaisseur, sous le
 milieu de laquelle est l'axe en forme de demi-cercle, dont le rayon peut
 avoir trois pouces; le tout ne fait qu'une seule piece. La partie plate & quarrée
 a quatre trous à chaque extrémité de l'axe, pour la fixer au - dessous du
 milieu du balancier, avec des lames de fer qui l'embrassent entièrement, &
 qui sont assujetties avec des écrous. Cet axe est placé au milieu dans une
 boîte de bronze, qui le renferme dans toute sa longueur, & qui est toujours
 pleine d'huile ou de graisse: on préfère cette méthode à celle des tourillons.
 On la croit aussi la meilleure, eu égard au poids prodigieux qui fait con-
 tinuellement effort sur l'axe. Cette pompe à feu a deux chaudières; elles
 sont séparées du cylindre, & communiquent leurs vapeurs par un tuyau
 qui répond à un autre petit cylindre ou tuyau, dont il sera parlé à la ma-
 chine qui va être décrite. Les chaudières sont entièrement en fer forgé, dont
 les plaques sont exactement clouées ensemble, & enduites d'un vernis par-
 ticulier, dont je renvoie la composition à l'article où je donnerai une réca-
 pitulation de toutes les pieces de la machine à feu. Outre les deux petits
 tuyaux qui se trouvent à toutes les machines à feu, pour régler la hauteur
 de l'eau dans la chaudière, on en a placé un de plomb sur le milieu de
 chaque chaudière, qui a environ deux pouces de diamètre, & dont l'ex-
 trémité extérieure est toujours ouverte; l'extrémité intérieure prend presque
 sur la calotte qui fait dans cet endroit le fond de la chaudière, & par con-
 séquent de beaucoup au - dessous de la surface de l'eau bouillante; mais si

un ouvrier est négligent, & vient à s'endormir, lorsque l'eau a baissé jusqu'à l'embouchure du tuyau, la vapeur sort avec beaucoup de violence & de bruit, ce qui avertit qu'il n'y a pas assez d'eau : on prévient aussi par-là l'inconvénient de brûler le fond de la chaudière. On a donné au piston une levée de huit pieds. C'est la première à laquelle on en ait donné autant : elle produit jusqu'à douze coups dans une minute.

Description d'une machine à feu de la mine de Walker, à trois milles de l'est de Newcastle. (a)

734. CETTE machine, au jugement de M. Jars, est la plus considérable de toutes celles qui sont établies dans les mines du nord de l'Angleterre, & peut-être la plus grande qui ait été faite jusqu'à présent en Europe. Elle sert à élever l'eau d'une mine qui a 100 toises de profondeur perpendiculaire ; mais elle ne l'élève que de 89 toises, attendu qu'à 11 toises de profondeur on a pratiqué une galerie d'écoulement de quatre pieds de hauteur sur 250 toises de longueur, ayant son embouchure à la rivière : elle a été prise au niveau de la haute marée ; de sorte qu'on peut compter sûrement que la couche de charbon dans cette mine, est environ à 88 toises au-dessous du niveau de la mer. Le diamètre du cylindre est de 74 pouces, ce qui fait 69 pouces pied de roi, ou de 6 pieds 2 pouces anglais, & sa hauteur de 10 pieds & demi ; on compte qu'il pèse plus de 13 milliers. Pour fournir la vapeur nécessaire à ce cylindre, il y a quatre chaudières très-grandes, dont trois sont toujours échauffées ; une des quatre est de relais, pour s'en servir lorsque'on a des réparations à faire. Toute la partie des chaudières qui est exposée au feu, est faite avec du fer battu réduit en tôles qui sont clouées ensemble de la même manière que les poeles pour les salines. La partie supérieure qui forme un dôme, est faite avec du plomb jeté en tables, à l'exception de celle qui est placée immédiatement au-dessous du cylindre, dont toute la calotte, au lieu d'être en plomb, est en cuivre : mais cet usage de faire des chaudières de matières différentes, n'a plus lieu actuellement ; on les fait totalement de fer. Le fond des chaudières n'est point plat, mais formant une espèce de voûte très-élevée, ayant la figure d'un cône, afin de présenter plus de surface au feu. Chacune des chaudières a son fourneau & sa cheminée : il y a une très-grande grille sous toute la capacité du fond de la chaudière, sur laquelle on met le charbon par une porte de fer pratiquée sur le devant ; le fourneau est disposé de façon que la flamme, avant de parvenir à la cheminée, circule tout autour de la chaudière en forme de

(a) *Voyages métallurgiques*, page 195.

spirale. On profite ainsi de la chaleur le plus qu'il est possible.

735. LA chaudière, dont le dôme est en cuivre, est placée au-dessous du cylindre; mais entre deux il y a un autre *petit cylindre* seulement de 3 pieds de haut & de 30 pouces de diamètre, que l'on peut nommer le *réservoir pour la vapeur*, parce que c'est là où se rend la vapeur des trois chaudières qui sont échantées par des tuyaux de communication; de là elle passe dans le grand cylindre, à l'aide du régulateur. Il est actuellement d'usage de placer ce réservoir à vapeur au-dessous de chaque cylindre de machine à feu, & même de n'avoir aucune chaudière au-dessous de ce réservoir. La principale raison est, que l'on fait les cylindres si grands qu'une seule chaudière ne suffit pas; d'ailleurs, il est essentiel d'en avoir toujours une en cas de réparation, pour ne point arrêter la machine, & ne pas mettre les entrepreneurs dans la nécessité de suspendre l'exploitation, puisque les eaux monteraient en fort peu de tems, & noieraient les ouvrages. L'intérieur du cylindre est si vaste, qu'un seul tuyau d'injection pour fournir les eaux froides qui condensent la vapeur, n'aurait pas été suffisant; on en a mis trois également distans les uns des autres, & qui font un très-bon effet. Le piston du cylindre est fait d'une seule pièce de fer fondu ou coulé, dans lequel il y a cinq trous; celui du milieu sert à fixer la branche qui le soutient; les quatre autres servent pour quatre tiges de fer qui répondent à la branche principale à laquelle elles sont soudées. Tout autour de cette pièce de fer, il y a un rebord que l'on garnit bien avec des morceaux de vieux cables ou cordages; on met du cuir par-dessus, afin que le piston joigne bien au cylindre, empêche l'eau, qui est toujours par-dessus, d'y entrer, & que le vuide s'y fasse beaucoup mieux.

736. ON estime que cette machine a une puissance de 34 mille quatre cents seize livres, & qu'elle n'a que trente & un mille quatre-vingt-seize d'effort à faire, & qu'ainsi l'on épargne, quant à présent, trois mille trois cents vingt livres, dont on peut la charger en cas de besoin. La levée du piston de cette machine, & par conséquent des pompes, puisque le balancier a son point d'appui au milieu, est de 6 pieds: elle donne depuis huit jusqu'à dix coups de piston dans une minute.

Des machines à feu, dites à répétition; c'est-à-dire, à plusieurs corps de pompes.

737. DANS les pompes de ces sortes de machines, l'eau ne passe dans le tuyau montant que par intervalles, c'est-à-dire, quand le piston refoule; & le tems de l'aspiration est un tems perdu: c'est pourquoi dans les grandes machines pour élever beaucoup d'eau, il y a toujours au moins deux corps de pompes séparés, qui répondent au même tuyau montant par des branches qui s'y réunissent. Alors, tandis qu'un piston aspire, l'autre refoule, & l'eau ne

cesse pas de monter. Ces machines qui font mouvoir plusieurs corps de pompes, comme à Montrelay en Bretagne, & dans d'autres endroits, sont appelées *machines à répétition*. Nous allons en donner un exemple dans celle qui épuise les eaux de la mine de Walker, qui fait mouvoir trois corps de pompes, & dont M. Jars a donné la description qui suit. La répétition partant du fond de la mine est composée d'une seule pompe, de 37 toises de hauteur; le diamètre du corps de pompe où joue le piston, est de 10 pouces. La seconde répétition est composée de deux corps de pompes de 18 toises de hauteur, dont une a 13 pouces de diamètre, & l'autre 7 pouces seulement. Enfin la troisième répétition qui a 34 toises de hauteur, est composée également de deux pompes, dont l'une a 12 pouces de diamètre, & l'autre neuf seulement. Cette augmentation de diamètre des pompes en remontant est en proportion de l'eau qu'on a élevée, puisqu'on en ramasse à différentes hauteurs, afin d'avoir à l'élever d'une moindre profondeur.

738. CETTE augmentation du nombre de corps de pompes est une des choses les plus intéressantes dans la pratique, par l'utilité qu'on en retire, de diminuer d'une façon marquée la résistance que produisent les étranglemens. M. le chevalier de Borda, dans le mémoire où il s'est occupé de la recherche des effets des étranglemens dans les pompes, a appliqué particulièrement la méthode dont il s'est servi pour cet examen, aux pompes mises en action par les machines à feu, & en particulier à celle établie aux mines de charbon de Montrelay: nous en donnerons ici l'extrait rédigé par l'historien de l'académie. (a) Dans la machine de Montrelay, les pistons des pompes ont six pieds un quart de jeu. La machine donne neuf coups de piston par minute, ce qui donnerait six secondes deux tiers par vibration; mais comme il y a un peu de tems perdu entre la descente & la levée du piston, M. Borda croit qu'on peut légitimement fixer le tems de chaque vibration à 5 secondes $\frac{1}{2}$, & par conséquent celui de chaque demi-vibration à 2 secondes $\frac{1}{2}$.

739. LE calcul appliqué aux élémens qui servent de base à la recherche, & que nous omettons ici, donne pour résultat, que la force nécessaire pour mouvoir cette pompe est à celle qui suffirait, s'il n'y avait point d'étranglement, comme 61 à 4, 88 est à 61, ou, ce qui revient au même, qu'il y a de chef plus d'un treizieme de la force perdu. Le même calcul a encore été appliqué à une autre machine à feu, employée au dessèchement d'un grand lac (c'est celle de Moers, près Dunkerque); elle n'élevait l'eau qu'à cinq pieds de hauteur; le jeu de chaque piston était de six pieds, & elle faisait dix aspiration par minute; mais le tems de sa montée était un peu moindre que celui de sa descente, & il y avait entre l'un & l'autre un petit intervalle d'environ

(a) Histoire, page 122, & 423 des mémoires.

une demi-seconde. La mesure des ouvertures des soupapes lui fit juger que leurs passages contractaient la colonne de fluide dans la raison de $4\frac{1}{2}$ à 1, mais que les soupapes inférieures produisaient une contraction un peu plus grande. Le calcul fait d'après ces données, il en résulte que la force nécessaire pour mouvoir ces pompes est à celle qui aurait suffi, s'il n'y avait aucun étranglement, dans le rapport de 7, 868 à 5, ou presque comme 8 est à 5. Cette recherche l'a conduit à une réflexion très-importante. Puisque la résistance occasionnée par les étranglemens étoit comme le carré de la vitesse du piston, on peut, en diminuant cette dernière d'une certaine quantité, diminuer l'autre bien plus considérablement. Si, par exemple, au lieu de quatre pistons, ayant chacun six pieds de jeu, on en mettait huit qui ne jouassent que de trois pieds, la machine ne serait pas plus chargée, & la résistance causée par les étranglemens serait réduite au quart de ce qu'elle étoit; avantage bien réel, & que l'on doit aux recherches de M. de Borda. On doit donc, dans la pratique, augmenter plutôt le nombre des corps de pompes, que d'augmenter la course & la vitesse des pistons.

Particularités de quelques machines à feu, en France.

740. LA mine de charbon de Montrelay, aux confins de l'Anjou & de la Bretagne, ainsi que quelques charbonnières du Hainaut Français, tire avantage, pour l'épuisement des eaux, des machines à feu. Les détails des proportions des principales pièces de ces pompes à feu ont été publiés dans différens ouvrages; nous ne faisons ici que les rassembler. Dans la mine de Montrelay, où cette machine, regardée mieux construite que celles du Hainaut, élève l'eau par six répétitions de pompes, qui ont trois pouces & demi de diamètre. Les proportions sont indiquées comme il suit :

Par M. le chevalier de Buat. (a) Cylindre 52 pouces & demi de diamètre, mesure de roi, sur $9\frac{1}{2}$ pieds de hauteur. Jeu du piston, environ $6\frac{1}{2}$ pieds. Chaudière, 15 pieds & demi de diamètre; il n'y en a qu'une, & son fond est convexe. Balanceur, 25 pieds de longueur, sur 36 pouces d'équarissage à son milieu. Profondeur de laquelle l'eau est élevée, 600 pieds.

Par M. de Borda. (b) Diamètre du piston ou cylindre, 56 pouces anglais, revenant à $52\frac{1}{2}$ pouces, mesure de roi. Jeu du piston, 6 pieds 3 pouces. Nombre de coups par minute, $8\frac{1}{2}$. Diamètre des pompes, 8 pouces 6 lignes. Profondeur de laquelle l'eau est élevée, 612 pieds. Poids des attirails, tout

(a) *Hydrodynamique* de M. l'abbé Boffut, chap. II, part. I, pag. 119.

(b) *Calculs & observations sur le projet d'établissement d'une pompe à feu,*

pour fournir de l'eau à la ville de Paris, par M. Lavoisier. Mémoires de l'académie des sciences, ann. 1771, pag. 17.

compris & déduction faite de la quantité qui est supportée par le contrepoids, 600 livres.

Dans la machine de Bois-Boffut, l'Encyclopédie donne les proportions suivantes.

Diamètre du piston, 30 pouces & demi, mesure de roi, c'est-à-dire, 730 pouces & demi de surface. Jeu du piston, 6 pieds juste. Nombre de coups par minute, 14. Diamètre des pompes, 8 pouces 3 lignes. Profondeur dont l'eau est élevée, 242 pieds. Six cents quatre-vingt pieds de barres, qui font mouvoir les quatre pompes, faisant un attirail du poids de 3000 livres environ. Poids de l'eau élevée pour le service de la machine par une petite pompe particulière pour le grenier ou réservoir d'eau, nommée *pompe de la bache*, 238 livres. Volume d'eau élevé à chaque coup de piston, 6288 livres.

Dans la machine de la fosse d'Anzin, nommée le Corbeau, M. Lavoisier indique les proportions suivantes. (a)

Diamètre du cylindre, ou piston, 44 pouces mesure de roi. Levée du piston, 5 pieds 6 pouces. Par minute, de 7 à 8 coups. Diamètre du piston des pompes, 7 pouces & demi. Profondeur d'où elle élève l'eau, 431 pieds 9 pouces, mesure de roi. Poids des attirails de toute espèce, 8000 livres. (b)

Machine de Fresnes, proche Condé, par M. l'abbé Boffut. (c)

Diamètre du cylindre, 44 pouces. Hauteur, 9 pieds. Jeu du piston, 6 pieds. Balancier, longueur, 25 pieds.

Par M. Bélidor. Cylindre, diamètre, 30 pouces. Epaisseur, 18 lignes. Hauteur, 9 pieds. Piston jouant dans le cylindre, sur une hauteur de 6 pieds, à 28 pouces 16 lignes de diamètre. Pistons des pompes, diamètre, 7 pouces. Levée, 6 pieds.

Remarque sur les pistons pour les grandes pompes, construits comme ceux qui sont exécutés dans la machine de Fresnes.

741. CE piston percé est tout ce qu'il y a de mieux imaginé pour les

(a) Qu'il a mesurées lui-même sur une toise étalonnée. Voyez le mémoire cité précédemment.

(b) M. Lavoisier observe que les deux bras du balancier ne font point égaux ; celui

qui répond au cylindre n'a que 14 pieds, tandis que celui qui tient aux pompes en a 15.

(c) A la suite de la description de la machine de Bois-Boffut, par le chev. de Buat.

grandes pompes ; il a mérité la préférence sur tous les autres qui ont été essayés , étant d'une solidité à toute épreuve , & l'eau pouvant le traverser sans contrainte , quelque vitesse qu'elle puisse avoir en descendant : on en trouve la description dans le *Cours de physique expérimentale* du docteur Délaguliers , (a) ainsi que dans l'*Architecture* de M. Bélidor , qui les a lui-même dessinés sur les lieux : nous ferons connaître , d'après ce dernier auteur , la construction de ces pistons , après avoir fait observer leurs avantages d'après M. Délaguliers. Les principaux avantages de ces sortes de pistons sont , qu'ils donnent un libre passage à l'eau , d'où il résulte le moins de frottement possible , parce qu'ils ne touchent le corps de pompe qu'à l'extrémité supérieure de la boîte de cuivre , & que le sable ou le gravier , mêlés ordinairement avec l'eau , ne peuvent s'introduire avec le piston & le corps de pompe , à cause de l'anneau de cuir qui est plus élevé que le tuyau de cuivre ; car si cela arrivait , il se ferait un grand frottement , & le corps de pompe serait bientôt gâté : mais après cela tout le sable tomberait en-bas sur les soupapes , d'où il serait aisé de le tirer ; de plus , si par accident le mouvement d'un côté de la soupape était arrêté , l'autre y suppléerait , en attendant que le premier fût remis en place.

Construction du piston des pompes & des soupapes de la machine à feu de Fresnes , dessinés & décrits par M. Bélidor (b).

„ 742. Le corps du piston , figuré en cône tronqué , avec un rebord
 „ C, C, fig. 5, pl. XXVII, est une boîte de cuivre , à peu près semblable
 „ à celles qu'on met dans les moyeux des roues. La fig. 7 en fait voir le
 „ profil. Cette boîte , dans son plan supérieur , est traversée d'une barre per-
 „ cée d'une mortaise : sur la surface de la boîte est appliquée une bande de
 „ cuir A, A, fig. 7, embrassée par le bas d'un cercle de fer que l'on en-
 „ castre dans l'épaisseur du cuir qui a près de trois lignes , ce qui se distingue
 „ encore mieux dans la fig. 6. Le piston est couvert d'une soupape de cuir ,
 „ fortifiée par des plaques de tôle ou de cuivre faites en segment de cercle ;
 „ au-dessous de la soupape il y a aussi de semblables plaques , mais d'un
 „ plus petit diamètre , afin qu'elles entrent dans le corps du piston , n'y
 „ ayant que le cuir & les plaques supérieures qui reposent sur le bord de
 „ la boîte : ainsi le cuir se trouve ferré entre deux , à l'aide des quatre vis
 „ accompagnées de leurs écrous. Cette soupape s'applique sur la boîte , en-
 „ sorte que le milieu soit posé sur la barre ; & pour lier le tout ensemble ,

(a) Leçon VIII, page 173.

(b) Tome II, page 115, où l'auteur a
 rassemblée sur les figures 14, 17, 18, 19,

20, 21 & 22, les différens développemens
 de ce piston.

„ ON

on se sert d'une croix de fer, qui est un profil coupé sur la longueur de la barre : une partie de cette croix de fer se pose sur le milieu de la soupape; alors un tenon O P, fig. 8, traverse le trou E, fig. 7, enfile une barre de fer Q R, dont les extrémités X X s'encastrent moitié par moitié dans l'intérieur de la boîte, & dans son épaisseur qui est échancrée en cet endroit, de même que le cercle B B, qui se trouve soutenu par ce moyen & ferré contre la boîte, en faisant entrer une clavette V dans un trou M, comme on peut en juger par la fig. 8, qui est encore un profil du piston coupé à angle droit avec le précédent. Quant à la tige L O, on l'ajuste avec une barre de fer, à l'aide d'un tenon qui est à son sommet, & de la mortaise qui paraît dans le milieu, & des deux viroles servant à les ferrer l'une contre l'autre. Cette barre est pendue à une manivelle, ou à l'extrémité d'un balancier.,,

Revision générale de la machine à feu, sur les planches.

743. UN maître-ouvrier, un directeur de mines, ne peuvent avoir trop complètement & trop exactement l'idée de toute cette machine & de son mécanisme : le maître-ouvrier, pour réussir dans sa construction, & donner à toutes les pièces qu'il assemble la justesse & la précision nécessaires; le directeur, pour reconnaître les causes des dérangemens qui peuvent survenir, & y apporter remède. En faveur du constructeur & du directeur, nous rappellerons d'abord le mécanisme des pompes à feu, par l'explication & le développement des planches de la machine de Griff, d'après l'auteur même de la description que nous avons donnée. Nous emploierons à ce même usage les planches de la machine de Frefnes, dans le courant du tableau général de décomposition de ces pompes, qui nous a paru très-commode pour rappeler la qualité, l'ordre, la disposition, la quantité des différens matériaux qui entrent dans la construction de ces machines.

Explication détaillée des parties de la machine à feu, à levier, établie à Griff, en Angleterre, démontrée par les figures.

744. LA poutre perpendiculaire, nommée souvent *coulisse*, dont la fig. 1 de la planche XXVII ne représente qu'une partie Q, est vue en entier, pl. XXIV, lettre L, avec toutes ses dépendances relatives à l'ouverture & à la fermeture du régulateur, ainsi que du robinet d'injection; mais dans la pl. XIX, la fig. 18 développe à part tout ce mécanisme plus en grand, en recourant en même tems aux autres figures de renvoi.

Effieu tournant du régulateur. Entre les deux pièces perpendiculaires de

Tome XVII.

V v

bois de chaque côté, & marqués A, B, dans la *fig. 18*, *pl. XIX*, il y a un *essieu* de fer quarré, qui porte quatre pieces de fer pour servir à faire tourner le régulateur, en poussant en-avant & tirant en-arriere la fourchette attachée au manche du régulateur; elle est marquée Q, O, E, L, *fig. 18*, *pl. XIX* (ou par les lettres N, O, M, *fig. 14*); la fente de la coulisse perpendiculaire est faite de maniere que ses chevilles agissent en - avant, au milieu & en - arriere pour élever & abaisser les leviers *f*, *4*, qui meuvent l'*essieu* de fer, autant qu'il est nécessaire, autour de son centre. Mais le lecteur concevra mieux la chose par l'inspection des pieces dans la *pl. XIX*, & il fera en état de les bien comprendre dans la *pl. XXIV*.

Les lettres A B de la *fig. 13* de la *pl. XIX*, représentent l'*essieu* de fer dont on a parlé, & qui est marqué par les mêmes lettres dans la *fig. 18*; il y a une piece *ce* D E, qui se nomme Y, parce qu'elle représente cette lettre par ses deux branches, excepté seulement qu'elles sont renversées, avec un poids F, qui doit entrer dans sa partie supérieure, où on le pousse plus haut ou plus bas, selon qu'il convient, par le moyen d'une clef ou d'un coin. Cet Y étant inséré dans le bout B de l'*essieu* de fer, y est arrêté par une clef ou goupille en *e*; il y a ensuite une espece d'étrier J K J, avec une longue cheville L, qui doit être fixée dans ses trous selon l'occasion, de chaque côté de K. Cet étrier est suspendu par ses crochets J, J, sur l'*essieu* en *i*, *i*; ensuite on place la clef ou manche G *4*, sur l'*essieu* de l'autre côté, enforte qu'il soit placé & fixé en *g*, à angles droits avec l'Y. On fixe encore un levier ou manche plus court à angle demi-droit avec celui-ci, c'est-à-dire, entre la longue branche de l'Y & G *4*, sur l'*essieu* en *h*, où il est arrêté. On voit toutes ces pieces de la maniere qu'elles sont arrêtées ensemble sur l'*essieu* dans la *fig. 18*, où l'on peut observer que, lorsque la coulisse monte, elle élève le bras H *5*, par le moyen d'une poulie qui roule dans son milieu, ce qui fait tourner l'*essieu* autant qu'il le faut pour pousser l'Y, avec son poids F, de C vers *6*; & dans cette direction, après avoir passé la perpendiculaire, il continuait de se mouvoir vers Q, s'il n'était arrêté par une bande de cuir fixée à son sommet en E, & arrêtée aux points *m*, *n*, de maniere qu'elle laisse à l'Y la liberté de faire ses vibrations autour d'un quart de cercle, lorsqu'il tombe en-avant ou en-arriere après avoir passé la perpendiculaire. La *fig. 14*, *pl. XIX*, représente la fourchette horizontale M O N, qui doit être attachée par son bout O, au manche du régulateur P *q*, Q *10*, y ayant différents trous dans ces pieces, afin que chaque partie de l'extrémité O puisse s'arrêter dans chaque partie de la fente du manche, selon que cela est nécessaire pour faire mieux mouvoir les deux pieces; on peut voir cela dans la *fig. 18*, où l'autre extrémité de la fourchette est arrêtée au bas de l'étrier en E K N L, par une longue cheville horizontale L, enforte que la four-

chette peut continuer d'être horizontale : à mesure qu'elle est poussée en-avant & tirée en -arrière par les coups que E & D , les deux branches de l'Y , donnent alternativement à la partie de devant ou de derrière de la cheville L , pour pousser en-avant ou tirer en-arrière le manche P 10 , ou pour ouvrir ou fermer le régulateur , de la manière qui sera expliquée plus au long. Il suffit de remarquer quant à présent , qu'il y a une pièce horizontale *h l* , placée de façon que l'extrémité 10 du manche peut porter sur elle & en être soutenue , à mesure qu'il glisse en-avant & en-arrière.

Voici donc la situation présente de la machine , telle qu'elle est représentée par cette figure 18 de la *pl. XIX*. Le régulateur est ouvert , comme on le voit , en ce que la plaque T y est écartée de dessous la communication ou tuyau S S , qui entre dans le cylindre. Le piston est à présent en-haut du cylindre ; par conséquent , la grande poutre & la coulisse perpendiculaire sont presque à leur plus grande hauteur ; & la poulie qui est dans la fente de la coulisse sur la chaudière , & tellement élevé le bras H 5 , que le poids ou la tête de l'Y a été porté de dessous *n* jusqu'à passer la perpendiculaire sur l'axe ; & étant sur le point de tomber vers *m* , il donne un grand coup de son manche E sur la cheville L ; & amenant la fourchette ON horizontalement vers la coulisse perpendiculaire , celle-ci tirera le bout 10 du manche du régulateur vers *l* , & par ce moyen il se fermera en faisant glisser la plaque Y sous le tuyau S S. La fig. 1 , *pl. XXVII* , représente la machine dans cette situation ; mais dans la *pl. XXIV* le coup est déjà donné , & la communication fermée , comme on peut le voir en faisant réflexion que le poids qui est à la tête de l'Y , est arrivé en 6 , aussi loin que le lien P 6 , marqué *n* 6 dans la fig. 18 de la *pl. XIX* , peut lui permettre d'aller.

Description particulière du régulateur , fig. 15 , pl. XIX.

Un robinet qui donnerait quatre pouces de passage à l'eau , & qui serait assez gros pour laisser entrer l'eau de l'alambic dans le cylindre , aurait eu tant de frottement , étant bien joint , qu'il aurait fallu une grande force pour le tourner , sur-tout dans la nécessité où l'on était de l'ouvrir & de le fermer trente-deux fois dans une minute : c'est pour cela qu'on lui a substitué le régulateur. La pièce de cuivre R , que l'on aperçoit ici en R R , fig. 18 , & en L , fig. 8 , au milieu du chapiteau de l'alambic , de même qu'en D E , fig. 1 , *pl. XXVII* , est soudée avec le tuyau S S , de 4 pouces de diamètre , & bien polie & aplatie auprès de son ouverture en-dessous , afin qu'elle se joigne bien avec une autre pièce polie y Y y , qui lui est appliquée en-dessous. La pression de la vapeur tient ces deux pièces unies lorsqu'elles sont l'une sous l'autre. Il y a aussi dans la pièce R R , un tuyau fort court ou conique , plus petit en-bas

V v ij

qu'en-haut , pour recevoir la piece V W X, qui y étant entrée , peut se mouvoir circulairement sans y laisser passer l'air ou la vapeur. Il y a une cheville quarrée Z Z, qui traverse cette dernière piece lorsqu'elle est dans son trou , & qui y est fortement arrêtée dans sa partie supérieure Z. La clef du régulateur se place ensuite , & s'arrête en V & W, comme on le voit dans la *fig. 18, pl. XIX*, où toutes les parties du régulateur sont en place. Ce régulateur s'ouvre fort vite , & dix fois plus aisément qu'un robinet de même calibre : il y est aidé par le poids F de l'Y, lorsqu'il a passé la perpendiculaire, tombant avec grande force , & faisant donner un grand coup au bras qui est dessous , soit en-dedans de la fourchette ou en-dehors , pour pousser cette fourchette & tirer le manche du régulateur du côté opposé à celui où le poids tombe : ce poids est cause que le régulateur se ferme lorsqu'il tombe de son côté , & qu'il s'ouvre lorsque le poids tombe de l'autre côté. Dès que le régulateur est fermé , le robinet d'injection s'ouvre pour produire le vuide , & il se ferme immédiatement après que le piston a commencé à descendre (car le vuide se fait dans une seconde de tems) : cela s'explique par la *fig. 16 de la pl. XIX*; *d e* représente par deux lignes ponctuées le fond du cylindre vers l'injection ; & *n*, l'ajutage du tuyau d'injection en-dedans du cylindre ; *a b*, une partie du tuyau qui vient du réservoir d'injection ; *c b*, le robinet , & *e*, la clef du robinet qui a un trou long, droit & étroit , au lieu d'un trou rond , afin qu'il soit ouvert plus tôt. Au haut de cette clef est attaché le quart d'une roue dentée , qui tourne par l'engrenement d'un autre quart de roue *i*, suspendue en-bas autour de l'axe *g h*, lequel se meut par le levier *h k*, que l'on nomme communément F. Voy. la *fig. 18 de cette pl. XIX*, où ces pieces sont réunies , & où l'on voit comment la coulisse perpendiculaire les fait mouvoir par ses chevilles. Un moment après que le régulateur est fermé , la coulisse ne perdant pas d'abord tout son mouvement vers le haut , la cheville *s*, sur sa partie extérieure , élève l'extrémité *i*, de F, *h k i*, & ouvre le robinet d'injection. L'injection produisant d'abord après un vuide , la coulisse commence à descendre ; & la cheville *r*, que l'on peut placer plus haut ou plus bas , abaissant le F, ferme le robinet d'injection ; alors la coulisse continuant à descendre , la poulie *p* appuyant sur le manche G 4 , tire en-arrière l'Y, dont le bras D pousse en-avant la fourchette , & ouvre le régulateur , afin de laisser entrer la nouvelle vapeur de la manière qui a été déjà expliquée : cette vapeur est arrêtée dès que le régulateur se ferme , jusqu'à ce que le robinet pour l'injection de l'eau froide soit encore ouvert , &c. (*a*) Au centre *c* du F, *k f*, *fig. 19*, il y a une piece double H, qui forme un angle , pour prendre entre ses

(*a*) Au lieu de cette méthode d'ouvrir & de fermer le robinet d'injection , il y en a une par le secours des quarts de cercle ; elle est plus en usage , & l'auteur la croit

beaucoup meilleure , en ce qu'elle meut le robinet d'injection par une secousse , qui est le meilleur moyen de surmonter le frottement.

deux côtés le manche H G de la clef du robinet , qu'elle peut tourner suffisamment pour ouvrir & fermer le passage de l'eau ; à la plus courte extrémité de F , on a fixé un poids W , à un demi-pouce en-dedans de cette extrémité. Lorsque l'injection doit être fermée , le bout du F , en K , se place sur une coque d'une piece pendante en K D ; mais lorsqu'une partie du mécanisme dérivé de la coulisse pousse la piece K D en -dehors , l'extrémité du F , avec son poids W , tombe en-bas avec force sur le bloc de bois B , où ce poids reste jusqu'à ce que l'une des chevilles de la coulisse pressant sur l'extrémité f du F , place l'extrémité opposée , & le poids W , en D , arrêtant par ce moyen l'injection qui se renouvelle au coup suivant par l'éloignement de D , &c.

Maniere de joindre ensemble les verges de fer des pompes qui puisent l'eau dans le puits.

Fig. 20 , pl. XIX. A B est un bont d'une verge quarrée , qui a une petite piece cylindrique plus courte que la barre n'est épaisse , & qui lui est fixée à angles droits auprès de son extrémité B , en 2 , & un trou en 1 , la barre étant un peu plus mince en B que par-tout ailleurs. L'extrémité de l'autre verge C a un petit cylindre 1 , qui doit entrer dans le trou 1 de l'autre barre dont on vient de parler , & un trou en 2 , pour y recevoir le petit cylindre 2 de l'autre barre. Lorsque ces verges ont leurs extrémités posées l'une sur l'autre , les petits cylindres sont cachés , & les barres paraissent n'avoir qu'une enflure quarrée comme en F ; ensuite prenant le collier quarré de fer D , on le fait passer sur les barres en G , pour le conduire en F , où il reste fixe , sur -tout parce que E est la partie la plus basse de la verge , & que la moindre secouisse en F contribue plutôt à fixer qu'à dégager le collier de fer.

Même pl. XIX , fig. 9. Lorsque l'eau qu'il faut élever est à une grande profondeur , comme ici de 50 verges , si l'on veut élever d'un seul coup , on brisera les pompes inférieures , à moins qu'elles ne soient de fer , ce qui serait coûteux ; mais celles de bois peuvent fort bien servir , si l'on divise le tout en trois coups de 50 pieds chacun. On peut le faire en divisant la verge de fer qui va au fond de la mine en trois , & faisant agir trois pompes tout à la fois avec deux réservoirs en chemin , & le troisième en-haut à l'ordinaire. La première pompe ou la plus basse P O , est faite en cette maniere : O o est l'arbre aspirant au fond du puits , qui a sa soupape aspirante auprès de o ; o p est un corps de pompe de cuivre ou de fer , dans lequel le piston agit ; P , l'arbre supérieur ou l'arbre de délivrance , par lequel l'eau est conduite en-haut , & d'où elle sort en Z , pour tomber dans le réservoir Z P Q. On place une seconde pompe dans la partie inférieure de ce réservoir , pour en tirer l'eau qui s'y élève pour tomber dans le second réservoir S R 2. La verge Z Z , qui tire l'eau du fond , est

divisée en $W y$, en deux branches, dont la seconde $W y$ est séparée de la première par le petit traversier horizontal $z y$; & ainsi elle passe par R , arbre de délivrance, pour mouvoir son piston dans la pompe r , & tirer l'eau de 1 , par l'arbre aspirant Q , de la manière expliquée précédemment. Cette seconde verge monte vers $W W$, pour joindre la principale ou première verge qui vient de la poutre en V , d'où elle se partage en deux branches, dont l'une vers T , traversant l'arbre de délivrance T , fait jouer son piston dans la pompe t , qui est fixée à l'arbre aspirant $s S$, du dernier coup au plus bas du second réservoir $S 2$. (a)

Description particulière des corps de pompes & des arbres percés. Planche XIX, fig. 10, 11, 12.

La fig. 10 représente un cylindre de fer fondu ou de cuivre, qui est ici de sept pouces trois quarts de diamètre en - dedans, d'environ neuf pieds de longueur, fort poli en - dedans de P en O , avec les tourillons $R R$, comme aux canons, pour le mieux saisir, un collet en S & Q , & une diminution conique aux extrémités de Q en P , & de S en O , pour faire entrer la partie inférieure dans l'arbre aspirant, fig. 11, en $L B$, où elle est arrêtée par un cerceau de fer chassé dans le bout de l'arbre, comme on le voit par le cercle ponctué, tout le calibre de l'arbre en-dessous étant aussi marqué par des lignes ponctuées de chaque côté de N & O . $H H$ est un anneau carré de fer pour mieux assujettir l'arbre aspirant, soit lorsque la pompe y est poussée en-dedans, ou que la cheville carrée $K J$ (b) qui bouche un trou carré, aboutit à la soupape aspirante qui est fixée à la hauteur de $H H$. Au fond de l'arbre aspirant, on insinue un petit tuyau de fer plein de trous $C 3 O$, pour empêcher la poussière & les charbons d'entrer avec l'eau, & l'on chassé ensuite un bon cerceau de fer $A G$, dans le bout inférieur du tuyau, pour tenir tout en raison. Lorsque la pompe $P Q R R S O$ est fixée à l'arbre aspirant en L , l'arbre foulant $Z W X T V Y$, de la fig. 12, qu'on nomme quelquefois arbre de force, est poussé à son ouverture $V T$ sur l'extrémité conique $Q P$ de la pompe, y étant aussi assujetti par un cerceau de fer entre V & T , & par un autre qui est octogone en Y : le piston & la verge tombent d'en-haut dans cet arbre, & le piston descend jusque-dans la pompe. Si le piston vient en certains tems à se salir, on le tire en-haut dans cet arbre, entre $V T T$ & $Y X$, pendant qu'un homme descend dans le puits, & nettoie le piston en tirant la cheville qui est en X .

(a) Le piston de cette pompe, qui est foulante & aspirante, employée dans la machine de Griff, & ses soupapes dans les arbres, sont décrits à part dans l'ouvrage,

leçon VIII, n. 17, page 171, où il est parlé des pompes.

(b) Cette cheville est assujettie en place par des barres de fer & des vis.

Examen de la bâtisse où la machine est établie ; particularités de la construction de l'alambic & du cylindre ; maniere de placer l'alambic dans un fourneau de briques , & d'arrêter le cylindre au milieu de la bâtisse.

La fig. 1, pl. XIX, représente l'emplacement de la machine. E B C D est le plan des murailles de la maison ; fff, le plan de l'alambic ; e, celui du cylindre ; a b, a b, celui des poutres qui supportent le cylindre, entre lesquelles la grande poutre joue ; c d, cette grande poutre dont un bout en c est sur le cylindre, & l'autre sur le puits en d.

Coupe verticale des quatre murailles de la bâtisse, dont C D & E B sont supposées être vis-à-vis l'une de l'autre.

Pl. XXVII, fig. 2. Les portes & les fenêtres se trouvent dans ces murailles : les deux D E & B C sont aussi opposées. La muraille D E est percée d'un arc m n k, sous lequel l'alambic est arrêté ; & la cheminée de la fournaise est marquée par des lignes ponctuées. Il y a ici quatre trous a, a, a, a, dont les deux plus hauts reçoivent les extrémités des poutres supérieures, entre lesquelles la grande poutre fait son jeu, & les deux inférieures reçoivent les extrémités des poutres qui soutiennent le cylindre. Dans l'autre muraille B C, b b représentent les trous dans la maçonnerie pour recevoir les autres extrémités des poutres qui supportent le cylindre ; & en g, il y a une fenêtre par où sort le bout du cylindre, ses tourillons appuyant sur le cuivre dans deux pieces au-dessus a a. Le passage de la pompe nourricière du réservoir d'injection est ici marqué par des lignes ponctuées.

Plan ou coupe horizontale du fourneau de briques qui est sous l'alambic.

Pl. XIX, fig. 2. a b b est le devant de cette bâtisse, avec la porte du foyer au milieu ; b d, c d, sont les barres sur lesquelles on met le charbon ; le feu s'étendant au-dessus de l'espace b d e c, va dans le tuyau de cheminée e, & ainsi il environne l'alambic dans le canal f g h, & monte dans la cheminée. On a observé qu'un petit passage entre d & d avec un grand feu pour entrer dans le tuyau de cheminée, est d'un grand avantage pour rendre la chaleur plus vive.

Figure 3. Coupe verticale de l'alambic & du fourneau.

Voyez pl. XXVII & XXIV, où tout autour du fond o o, & sous les bras r s de o, en s, le feu qui vient de n est conduit obliquement en-haut tout

autour de l'alambic; entre K & I, est la force du fourneau; en *g*, la surface de l'eau; en *l*, le tuyau de la vapeur, & en *m*, le cendrier. La *fig. 4* fait voir la maniere de joindre ensemble & de river les plaques de fer de l'invention de M. Parrot, qui durent plus long-tems & coûtent cinq fois moins que les alambics de cuivre: *uuu* est le fond, & *uwxy* fait voir comment les côtés s'élèvent pour former les collets ou rebords.

Représentation du cylindre & du sommet de l'alambic.

Pl. XIX, fig. 6, 7 & 8. La *fig. 6*, B A C D, représente la section du cylindre fondu & calibré; *a b* est le premier collet poli en-haut pour porter contre un plancher ou sous des poutres, & empêcher que le cylindre ne soit poussé en-haut; *d, c* est un collet plus fort au milieu, pour empêcher le cylindre de tomber en-bas; il a des pieces qui avancent en *s* & en *e* (voyez la *fig. 8*) & qui s'arrêtent sur les poutres qui le supportent. Il y a un autre collet au fond en D C, avec des trous tout autour pour y recevoir des clous à vis qui le fixent. Sa coupe est représentée dans la *fig. 7*; I G est le tuyau de communication, dont le bas a aussi un collet pour le joindre à un autre tuyau qui est au-haut de celui de la plaque du régulateur, & que l'on voit dans les *fig. 15 & 18* de la *pl. XIX*. La *figure 8* est la perspective du cylindre vu par-dessous, pour marquer les différentes parties du fond & du cylindre en-dessous; *h h*, sont les vis & les écrous en-dessus pour lier ce fond au cylindre, ou affermir l'un avec l'autre par le moyen d'un anneau de plomb qui est entre deux; E est un tuyau qui conduit au cliquet reniflant; F conduit au tuyau d'évacuation, & G à l'alambic. H est une nouvelle invention pour mieux entretenir l'alambic, de la maniere suivante.

Maniere d'entretenir l'alambic.

„ L'alambic est entretenu avec l'eau chaude venant du haut du piston;
 „ on a préféré de s'en servir plutôt que d'eau froide qui aurait trop diminué
 „ le bouillonnement, & aurait obligé à entretenir un plus grand feu: mais
 „ après que la machine eut servi pendant quelques années, ceux qui y étaient
 „ intéressés s'aperçurent que l'eau d'injection, lorsqu'elle sortait par le
 „ tuyau d'évacuation, était bouillante, tandis que celle qui venait du haut du
 „ piston n'était que tiède; ils crurent donc que ce serait un grand avantage
 „ de nourrir l'alambic de cette eau d'évacuation ou d'injection, & ils le firent
 „ de la maniere suivante, qui donna un ou deux coups de piston de plus à la
 „ machine.

„ Au petit tuyau sous le fond du cylindre, *fig. 8, pl. XIX*, on joignit un
 „ tuyau

„ tuyau de plomb H, de la longueur d'un peu plus d'un pied, & recourbé
 „ en-haut vers J, avec une soupape sur le bout J, plombée d'environ deux
 „ livres pour chaque pouce; précisément au-dessous de la soupape on ménagera
 „ une communication avec le tuyau nourricier J i, enforte que l'alambic était
 „ nourri à chaque injection de la vapeur.

Opération ou manière de mettre en mouvement la machine à feu.

„ Pl. XIX, fig. 18, & pl. XIV. AVANT d'abandonner à l'élévation & à
 „ la chute de la coulisse le soin de tourner les robinets, & de régler le mou-
 „ vement de la machine par ses chevilles & poulies, l'ouvrier qui en est le con-
 „ ducteur, fixe sa marche de la manière suivante: les chevilles & les poulies
 „ étant toutes prêtes pour la coulisse, sans y être encore placées, jusqu'à ce
 „ qu'il ait trouvé le point qui leur convient, le régulateur étant fermé, il ob-
 „ serve le tems où la vapeur qui s'élève de l'eau bouillante est assez forte pour
 „ élever un peu le cliquet; alors prenant de la main droite le manche 4 du
 „ levier, il l'abaisse & fait par ce moyen faire à l'effieu A B une partie d'un
 „ tour; par là il pousse l'Y vers n; & la branche D, frappant fortement la
 „ cheville L, pousse en-avant la fourchette & le manche du régulateur, qui
 „ s'ouvre par ce mouvement. La vapeur entrant immédiatement après dans
 „ le cylindre, le piston s'élève avec la grande poutre. Lorsque le piston est
 „ à sa plus grande hauteur en C W, pl. XXIV, l'ouvrier, quoiqu'il ne le
 „ voie pas, le connaît par certaines marques sur la coulisse Q Q, qui s'é-
 „ leve toujours en élevant le manche 4; il pousse l'Y vers m, & ferme le
 „ régulateur; mais il marque avec de la craie, vers s, la place de la cheville &
 „ de la poulie, qui dans le coup suivant doit en montant élever le levier s H,
 „ qui est dans la fente, & qui doit, en donnant environ un quart de tour
 „ à l'effieu A B, d'abord après pousser en-arrière l'Y vers m, & fermer le
 „ régulateur. Ensuite l'ouvrier ayant saisi l'extrémité 1 du F, fig. 1, l'élève
 „ en-haut, marquant la coulisse en s, pour mettre la cheville s, & il ouvre
 „ l'injection qui produit un vuide dans environ une seconde de tems; en-
 „ suite il ferme l'injection qui a fait sa fonction, & le piston descend fort vite,
 „ lequel, par l'ouverture du régulateur, rencontre la vapeur qui l'élève de
 „ nouveau. On peut voir dans la pl. XXIV, fig. 1, qu'il y a une forte pout-
 „ re sur laquelle tombent deux bons ressorts de bois, afin que si l'arc du
 „ levier venait à descendre trop bas, le piston ne fit aucun dommage, & que
 „ tout le coup fût porté sur les deux ressorts de bois, par de fortes chevilles
 „ de fer qui doivent y être arrêtées. Mais lorsque l'ouvrier a bien fixé toutes
 „ ses chevilles sur la coulisse, il faut que la grande se meuve assez réguliè-
 „ rement pour s'approcher beaucoup des ressorts sans les toucher dans cent

„ coups différens. Alors la machine agit entièrement par elle-même, & l'ouvrier n'est occupé qu'à avoir soin du feu & à empêcher qu'il n'arrive quel-
 „ qu'accident. Dans les pays à charbons de pierre, lorsque les ouvriers
 „ vont diner & boire, ils abandonnent souvent la machine à elle-même pen-
 „ dant trois ou quatre heures. Cette machine est tellement à la disposition de
 „ l'ouvrier, que j'ai vu une machine à feu dont le piston descendait avec une
 „ force de 20000 livres chaque fois, qui fut arrêtée dans une occasion par
 „ un cheveu qui s'était glissé au-dessus du bout supérieur du levier *o i*,
 „ appelé F, & qui, en le poussant, empêchait l'injection.”

Ces détails explicatifs, sur lesquels nous ne craignons pas de nous appesantir, en les représentant sous différentes formes, sont assez appercevoir le champ qu'ils ouvrent aux recherches d'un directeur de mines qui veut conduire avec intelligence les pompes à feu. On juge facilement qu'il n'est pas, à beaucoup près, suffisant d'être entendu & vérifié dans la mécanique; les lumières les plus exactes de physique ne sont pas ici de trop, pour connaître, autant qu'il est possible, la puissance motrice de ces machines. Ce que nous venons d'emprunter du *Cours de physique expérimentale* du docteur Défiguliers, est accompagné dans l'ouvrage, d'éclaircissemens intéressans sur les points les plus difficiles; plusieurs questions que l'auteur se propose à lui-même, y sont discutées d'une manière satisfaisante. Nous nous contenterons de réduire en propositions générales les différens points de fait ou d'observation, sur lesquels un directeur de mines peut se rendre attentif.

Propositions générales sur les principaux phénomènes de la vapeur de l'eau bouillante.

744. DANS la machine à feu, selon la méthode du capitaine Savery, où la vapeur est destinée à presser immédiatement sur l'eau, il est démontré par plusieurs expériences, que la vapeur chasse l'air, & qu'elle le fait à proportion de sa chaleur, quoiqu'elle flotte & s'élève dans l'air libre comme une fumée: dans l'état forcé qu'elle acquiert au degré de l'eau bouillante, elle devenait huit ou dix fois plus forte que l'air ordinaire, enforte qu'elle faisait quelquefois l'effort d'environ 150 livres, pour pousser en-dehors chaque point carré de la surface intérieure des récipients tenant lieu d'alambics dans cette machine, qui ne peuvent soutenir cet effort sans être sphériques & considérablement plus épais. Dans la méthode de Newcomen, qui est aujourd'hui la méthode reçue, la chaleur du feu n'a pas besoin d'être plus grande que celle avec laquelle on fait bouillir une brassière: afin de mieux recevoir la chaleur du feu, on fait l'alambic creux au fond, avec des rebords; & la vapeur n'est qu'un peu plus forte que l'air.

745. TOUT le mécanisme des pompes à vapeur tient donc uniquement à la prodigieuse dilatabilité de la vapeur de l'eau ; dilatabilité qui surpasse de beaucoup celle de l'eau & celle de l'air. Il est prouvé par nombre d'expériences & d'observations qu'ont faites plusieurs savans, que l'eau réduite en vapeur par une chaleur médiocre, acquiert un volume 13000 ou 14000 fois plus grand , & une force beaucoup plus grande que celle qu'on imagine communément ; son ressort est alors sept ou huit fois plus grand que celui de l'air , & même d'après une expérience de Muschembroeck , supérieure à celle de la poudre à canon : ce qu'il y a de constant, c'est que son effort est capable de vaincre les obstacles les plus considérables. La vapeur n'est cependant pas toujours la même : quelquefois elle est plus forte, quelquefois elle est plus faible que l'air ordinaire. M. Défaguliers estime néanmoins que cette différence en plus ou en moins n'est jamais de $\frac{1}{10}$, cette force changeant continuellement, selon que le piston est plus ou moins élevé, c'est-à-dire, selon que l'espace est plus ou moins grand. On conçoit que cette force de la vapeur se perd par degrés , à mesure que la chaleur diminue ; cela est si positif que la vapeur étant assez affaiblie pour ne pas excéder la force de l'air extérieur, ce fluide qui agissait avec tant de force par son ressort, le perd entièrement ; son grand volume , ses parties se rapprochent , & il devient eau comme il l'était auparavant. Cette remarque a paru à M. Défaguliers suffisante pour en conclure que la force expulsive de la vapeur vient de la chaleur de l'eau.

Calcul de la force de la machine à feu.

746. POUR juger de la force de cette machine, il faut considérer quel est le poids de la colonne de l'atmosphère qui presse sur le piston, lequel est toujours proportionnel au carré du diamètre du cylindre. En ne considérant ici que l'élévation du coup, le poids de l'atmosphère de 48 quintaux élève facilement un poids de 32 quintaux avec une vitesse de six pieds en deux secondes : de manière que la machine de Griff', dans l'état où elle vient d'être décrite, décharge autant d'eau qu'elle le faisait dans le tems qu'on employait à son épuisement cinquante chevaux , & qu'on y dépensait au moins 900 livres par an. Il en était de même d'une autre espèce de machine établie à Fresnes pour l'épuisement de la mine, avant qu'on eût fait usage de la pompe à feu. M. Bélidor, à la suite de la description de la pompe à feu de Fresnes, calcule la puissance qui fait agir cette machine, & donne une formule générale pour déterminer les dimensions des principales parties qui entrent dans leur construction (a). Ce calcul n'est pas si

(a) Page 323, tome II.

difficile qu'il pourrait d'abord le paraître aux personnes non exercées à ces sortes de recherches; il ne s'agit que d'évaluer convenablement le poids appliqué au levier ou balancier; & réglant ce poids de manière que le piston ait en montant la même vitesse qu'en descendant, tout se réduit, comme le remarque M. l'abbé Bossut, à combiner la force de la vapeur & la pression de l'atmosphère avec les autres poids dont les deux bras du balancier sont chargés, & à faire en sorte que la somme des *momens* (a) de toutes les forces qui font monter le piston, soit égale à la somme des momens de toutes les forces qui le font descendre; par-là on connaîtra la quantité d'eau que les pompes peuvent tirer du puits en un tems donné.

747. A l'aide d'une formule que donne M. l'abbé Bossut, on trouve que le poids serait égal au poids d'une colonne d'eau qui aurait même base que la tête du piston, & seize pieds de hauteur. M. Défiguliers a inséré dans son ouvrage l'extrait d'une expérience faite par M. Beighton, sur une machine à feu, pour trouver combien un pouce cubique d'eau produit de vapeur. Ce savant a reconnu plusieurs fois, au moyen d'une romaine divisée sur le cliquet, autrement nommé *soupape de sûreté*, placée au-dessus des alambics à Griff & à Wasingthon, que lorsque le ressort de la vapeur était précisément d'une livre *avec du poids* sur un pouce carré, elle suffisait pour faire travailler la machine, & que cinq pintes environ par minute fournissaient à l'alambic autant qu'il consommait de vapeurs pour donner 16 coups par minute dans le cylindre. Celui de Griff contenait 113 gallons de vapeurs dans chaque coup, $\times$ par 16 coups par minute = 1808 gallons de bierre; ainsi cinq pintes d'eau produisaient 1808 gallons de vapeurs, 38, 2 pouces cubiques dans une pinte; donc 38, 2 pouces: 108 gallons: 1 pouce 47 gallons trois dixièmes; par où l'on voit qu'un pouce cubique d'eau, qui bout jusqu'à ce que son ressort soit capable de surmonter environ $\frac{1}{12}$ de l'atmosphère, doit produire 13 mille 338 pouces cubiques de vapeur. L'expérience a fait reconnaître à M. Beighton, qu'il sortait à chaque coup un gallon d'eau de la soupape d'évacuation du cylindre de 32 pouces: il est surprenant que la vapeur n'étant composée que d'environ 3 pouces cubiques d'eau, puisse échauffer un gallon d'eau froide, de manière qu'elle en sorte bouillante, comme elle fait, & que le cylindre dans toutes ses parties supérieures, ne soit chaud que lorsque le piston est en-bas.

(a) Ce terme, qui en mécanique signifie quelquefois la même chose qu'*impetus*, ou la quantité du mouvement d'un mobile, désigne plus proprement & plus particulièrement dans la mécanique statique, le

produit d'une puissance par le bras du levier, auquel elle est attachée, ou, ce qui est la même chose, par la distance de la direction au point d'appui.

C A L C U L

DE LA FORCE DU STEAM-ENGINE,

Par M. Henri Beigton.

Diamet. du calibre,	Il con- tient dans une verge,	Il tire par un coup de fix pieds,	Le poids dans une verge,	A feize coups dans une minute,		Soixante- trois gallons dans un muid,		Dans une heure,		Profondeur d'où l'on tire l'eau en verges.											
				Gallons.	Muid. gall.	Gallons	Muid. gall.	Mund. gall.	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
12	14, 4	28, 8	146,	462,	7, 21	440	33	26	28	30	32	34	37	40	43	46	49	52	55		
11	12, 13	24, 26	123,	338,	6, 20	359	33	34	26	28	30	32	34	37	40	43	46	49	52		
10	10, 02	20, 04	102,	320,	5, 30	304	48	22	23	25	27	28	31	33	36	38	41	44	47		
9	8, 12	16, 2	82,	259,	4, 7	247	7	20	21	23	24	25	28	30	31	33	36	38	40		
8½	7, 26	14, 5	73,	232,	3, 43	221	15	19	17	18	19	20	21	23	25	28	29	32	35		
8	6, 41	12, 8	65,	205,	3, 3	195	13	18	16	18	19	20	21	23	25	28	29	32	35		
7½	5, 66	11, 3	57,	181,	2, 3	182	13	14	15	17	18	19	20	21	22	24	27	29	33		
7	4, 91	9, 8	50,	157,	1, 2	172	30	11	13	15	16	18	19	20	21	23	25	28	30		
6½	4, 23	8, 4	43,	135,	1, 3	149	40	10	13	14	15	16	18	19	20	22	24	27	28		
6	3, 61	7, 2	36,	115,	1, 2	128	54	10	12	13	14	15	16	18	19	20	22	24	26		
5½	3, 13	6, 2	31,	99,	1, 52	110	1	9	11	12	13	14	15	17	19	20	23	24	26		
5	2, 51	5, 0	25,	84,	1, 36	94	30	10	12	13	14	15	16	18	19	20	23	24	26		
4½	2, 02	2, 4	20,	68,	1, 7	66	61	10	11	12	13	14	15	17	19	20	23	24	26		
4	1, 6	3, 2	16,	51,	0, 51	48	51	10	11	12	13	14	15	17	19	20	23	24	26		

748. *Exemple de l'usage de cette table.* SUPPOSONS qu'il soit question de tirer 150 muids par heure, à 90 verges de profondeur; je trouve dans la septième colonne le nombre le plus approchant, 149 muids; & à côté, dans la première colonne, je trouve 7 pouces de calibre; ensuite sous 90 profondeur, à main-droite dans la même ligne, j'ai 27 pouces, diamètre du cylindre propre à ce dessein, & ainsi des autres. (a)

749. *Remarque de M. Désaguliers.* Il est à observer que cette table de M. Beighton est calculée sur ce principe, que le gallon de bière, de la contenance fixée ci-devant, rempli d'eau pure courante, pèse deux livres 3 onces aver du poids; & qu'un pouce superficiel dans le vuide, soutient environ 14 livres 13 onces de l'atmosphère, quand le mercure du barometre est dans son état moyen. Mais ayant égard aux différens frottemens, & pour donner une vitesse considérable à la machine, l'expérience nous a appris à ne prendre qu'un peu plus de 8 livres pour une coupe de base cylindrique, afin qu'elle donne environ 16 coups par minute, d'environ 6 pieds chaque coup. Il est encore à remarquer que ce calcul n'est que pour la force ordinaire dans la pratique; car avec de grands alambics, elle doit donner ordinairement 20 à 25 coups par minute, & chacun de 7 à 8 pieds; & alors une pompe de 9 pouces de calibre doit décharger plus de 320 muids par heure, & ainsi des autres grandeurs à proportion. Pour faire connaître, comme nous l'avons annoncée, tout ce qui peut avoir été publié relativement à notre sujet, nous joindrons à cette remarque du docteur Désaguliers, sur ces différences de force dans plusieurs machines, les observations insérées dans le mémoire cité ci-devant.

Réflexions générales sur les causes qui diminuent l'effet des machines à feu, par M. Lavoisier.

750. S'IL n'y avait aucune perte de force dans la machine à feu, l'effet qu'on devrait naturellement en attendre serait de soulever à chaque coup de piston une colonne d'eau de même base que le cylindre, & de 31 pieds & demi de hauteur; mais un grand nombre de causes concourent à détruire une partie de cet effet. 1°. Le vuide n'est jamais absolu dans le cylindre, de sorte que jamais le piston n'est chassé par le poids total de l'atmosphère; 2°. une partie de la puissance (b) est employée à soulever le poids de l'attirail des pompes, & il en résulte une perte égale de la quantité pondérique

(a) La différence du gallon de bière, dont on parait faire usage dans ces calculs, ou du gallon de vin, n'influe en rien dans le fond, parce que le muid & le tonneau est le même; il faut seulement observer que le

gallon de vin contient 231 pouces cubiques.

(b) La puissance a d'autant plus d'avantage, toutes choses d'ailleurs égales, & son moment est d'autant plus grand, qu'elle agit par un bras de levier plus long.

de l'eau élevée par la machine ; 3°. les frottemens & l'inertie de toutes les parties, l'étranglement des corps de pompes à l'endroit des soupapes, sont autant de causes qui détruisent encore une partie de la force. Enfin il est nécessaire de laisser dans la pompe à feu un avantage assez considérable à la puissance sur la résistance : autrement les variations de pesanteur qui surviennent dans la pesanteur de l'atmosphère, réduiraient souvent la machine à l'impossibilité d'agir. Le concours de ces différentes causes diminue de près de moitié l'effet des machines à feu : on trouve par le calcul, que celle de Montrelais, au lieu de soulever une colonne d'eau de 31 pieds & demi de hauteur, n'en souleve qu'une de 16 pieds 1 pouce & demi ; que celle de Bois-Boffu n'en souleve qu'une de 17 pieds 8 pouces ; qu'enfin celle des fosses d'Anzin n'en souleve qu'une de 12 pieds 6 pouces & demi.

751. LA différence remarquable qui se trouve entre ces trois résultats, n'aura rien de surprenant, si l'on considère que dans la machine de Bois-Boffu, & dans celle de Montrelais, & sur-tout dans cette seconde, la plus grande partie du poids de l'attirail des pompes est soutenue par un contrepoids ; de sorte qu'il ne reste d'excédant de force du côté des pompes que ce qui est nécessaire pour en faire redescendre le piston. La même chose n'arrive pas dans la machine des fosses d'Anzin, le contrepoids placé du côté des pompes est très-faible, & il existe de tout côté un excès de pesanteur qui diminue d'autant la quantité d'eau que devrait élever la machine.

752. LES légères différences qui se rencontrent entre ces trois machines à feu, & qui semblent être au désavantage de celle de Montrelais, peuvent, selon M. Lavoisier, n'avoir d'autre cause que la différence de hauteur à laquelle ces machines sont situées, par rapport au niveau de la mer. Il est constant que le sol de Montrelais est plus élevé que celui de la Flandre. Au lieu donc de calculer la puissance qui fait mouvoir la machine, d'après le poids d'une colonne de mercure de 28 pouces de hauteur, il faudrait peut-être calculer d'après le poids d'une colonne de 26 pouces & demi, ou de 27 pouces tout au plus : on sent aisément que cette façon de calculer mettrait tout l'avantage du côté de la machine de Montrelais, & on a lieu de croire en effet qu'elle est la mieux construite des trois.

Observations & recherches sur le nombre des impulsions que donne une machine à feu, & sur la quantité d'eau élevée à chaque.

753. LES oreilles & les yeux d'un curieux qui vient examiner une machine à feu en mouvement, ne peuvent manquer d'être frappés par deux circonstances : 1°. un bruit considérable qui se fait entendre d'assez loin,

qui occasionne même un ébranlement, une forte de secousse très-sensible dans tout l'ensemble de la machine; 2°. la répétition de ce bruit à des distances réglées; cet *isochronisme* (a) bruyant fixe sur-tout l'attention du spectateur, par le court intervalle de tems qui se passe entre chaque battement, & par l'espece de vapeur alternative, qui sort, comme l'halaine des animaux, des joints imperceptibles de la chaudiere. Tout cela n'est pas non plus des objets de moindre considération pour le physicien, sans même être prévenu par une connaissance antérieure de la machine. Il ne lui est pas difficile, en examinant les choses, d'appercevoir qu'à l'aspiration qui attire le piston, par le moyen d'une injection d'eau froide partant du réservoir dans le cylindre, il succede une descente de ce même piston dans toute la longueur du cylindre, & en conséquence l'abaissement du balancier, qui par la rentrée de la vapeur dans le cylindre, se remet ensuite dans son équilibre, & fait rehausser de nouveau le piston. Il reconnaitra, en un mot, que cet abaïssement successif du balancier est l'effet alternatif de la pression de l'atmosphère sur une aire circulaire de 36 à 40 pouces de diamètre, & à la force de la vapeur de l'eau bouillante, en action contraire. En s'attachant donc sur-tout à bien comprendre l'action alternative des deux pieces par lesquelles le mouvement se perpétue dans la machine, le régulateur & le robinet d'injection, on aura l'idée exacte & précise de tout le mécanisme de ces sortes de pompes. Ce mouvement de *vibration* (b) opéré par la pesanteur de l'air, se désigne pour l'ordinaire parmi les auteurs, qui en ont écrit, par le nom d'*impulsion*, comme étant l'action d'un corps qui en pousse un autre, & qui tend à lui donner du mouvement, ou qui lui en donne en effet. On fait exactement d'où provient ce jeu successif; mais il ne paraît pas qu'on soit également d'accord sur le nombre d'impulsions que donne une machine. Pendant long-tems on regardait comme certain que dans une minute de tems la pompe à feu donne 14 coups pleins; la machine de Savery en donnait ce nombre; c'était chose reçue à Anzin, au Bois-Bosqu près Saint-Guilain, où il y a de ces machines. Les sieurs Mey & Meyer, dans celle dont nous avons parlé, en avaient fait entendre seize.

754. L'AUTEUR d'une brochure intitulée, *Projet patriotique sur les eaux de Paris* (c), prétendait que la pompe à feu de sa construction, dont nous

(a) *Isochrome*, qui se fait dans un même espace de tems.

(b) En mécanique, se dit d'un mouvement régulier & reciproque d'un corps, qui étant suspendu en liberté, balance tantôt d'un côté, tantôt d'un autre, & signifie ici génériquement le mouvement régulier

d'un corps qui va alternativement en sens contraires.

(c) Ou *Mémoire sur les moyens de fournir à la ville de Paris des eaux saines*, brochure in-12, 1765; par M. D. A. O. R. D. R. D. A.

dirons

dirons un mot, par rapport au moyen d'économiser le feu, donnerait jusqu'à 20 coups par minute. Selon M. de la Lande, de l'académie des sciences, la pompe à feu de Chelfea, en Angleterre, bat quatorze fois par minute, & élève à chaque coup dix-huit gallons d'eau de 190 $\frac{1}{2}$ pouces cubes. M. Lavoisier estime pouvoir en conclure qu'elle fournit une quantité d'eau de 71 pouces des fontainiers; il pense aussi que cette machine est extrêmement imparfaite, & qu'il y a quelque erreur, soit dans la quantité d'eau élevée, soit dans l'objet de conformation, dont il sera question à part. Ce nombre d'impulsions, dans les machines à feu, est devenu depuis quelques années un article douteux; quelques physiciens y soupçonnent de l'exagération. M. Lavoisier regarde comme prouvé qu'on ne peut soutenir le mouvement à ce degré de vivacité, sans en faire perdre à la machine plus qu'on ne lui en procure. Plusieurs observateurs estiment néanmoins qu'elle donne depuis douze coups jusqu'à seize, & que le mouvement d'une machine bien montée & d'une grandeur moyenne, doit être réglé de maniere qu'elle ne produise pas plus de quinze coups de balancier par minute.

755. La petite pompe à feu, construite par M. Cambray de Digny, donnait douze impulsions par minute. M. Jars, au rapport de M. de Parcieux, prétendait qu'il n'y avait que 8 à 10 impulsions par minute, &, selon lui, c'était encore beaucoup pour des pistons qui ont 6 à 7 pieds de marche; il regardait comme impossible que ces machines pussent résister avec une pareille vitesse entretenue de quatorze impulsions. M. Cambray de Digny, en décrivant sa pompe à feu, a trouvé par une méthode de réduction des principales pieces de celle qu'il a fait construire, qu'elle ne peut donner que cinq impulsions par minute, avec deux pompes contenant ensemble 30 pieds cubes. Au surplus, comme il serait possible de faire une machine qui ne donnât qu'un coup par minute, & d'en faire une autre qui en donnât davantage, le point important est, d'évaluer par le nombre d'impulsions la quantité d'eau que peut produire chaque coup; aussi cet article a été le principal objet des recherches de tous les physiciens: nous donnerons ici un abrégé des résultats trouvés pour celles dont nous avons parlé.

756. La machine à feu établie à Castiglione, donnant cinq impulsions par minute, produit 192000 pieds cubes d'eau en vingt-quatre heures. D'après la table de M. Beighton, la pompe décrite par M. Défagulier, est capable, pour l'ordinaire, d'élever depuis 48 jusqu'à 440 muids par heure, à la hauteur depuis 15 jusqu'à 100 verges. (a) M. Bétidor dit que la machine de Fresnes rapporte, à chaque coup, au moins une tonne du pays de 52 pots; à quatorze impulsions, on voit que dans le même tems la machine épuise une colonne d'eau de 15 toises de hauteur, sur 7 pouces de diamètre.

(a) La verge d'Angleterre contient sept neuviemes de l'aune de Paris.

Tome XVII.

Y y

ou 155 muids par heure, dont environ ving-cinq pintes montent à chaque impulsion dans la cuvette supérieure, & le reste se décharge dans un petit canal, *fig. 1, pl. XXVIII*, qui la porte où l'on veut. L'effet de la machine de Bois-Bossu, d'après les calculs de M. Lavoisier, est dans la supposition d'une hauteur de 242 pieds (a), d'élever à chaque coup de piston une colonne d'eau de 8 pouces 3 lignes de diamètre, sur 6 pieds de hauteur, c'est-à-dire, 3849 pouces cubiques un huitième. Ce produit multiplié par 14, qui font le nombre de coups dans une minute, donnera 53887 pouces cubiques pour la quantité d'eau élevée par chaque minute, ou, suivant le langage des fontainiers, 80 pouces un sixième. Tout porte M. Lavoisier à croire que cette machine ne peut guère élever plus de 180 pouces d'eau à 110 pieds d'élévation.

757. L'EFFET de la machine de la fosse d'Anzin, nommée la fosse du *Corbeau*, est de soulever en sept coups par minute une colonne d'eau de 228870 pouces cubes $\frac{1}{2}$, ou 140 pouces de fontainiers. Dans la machine d'Ingrande, à une hauteur supposée de 110 pieds; la masse d'eau soulevée à chaque coup de piston, formerait une colonne de 416608 pouces & demi de solidité; le diamètre d'une pareille colonne ferait de 25 pouces $\frac{1}{2}$; ce sera le diamètre des pompes dans la supposition de 110 pieds: le produit de la machine sera d'après cela à chaque coup, la levée du piston toujours supposée de 6 pieds 3 pouces, de 23676 pouces cubiques; ce qui donne pour le produit par minute, 201246 pouces ou 4192 pintes $\frac{1}{2}$, & en pouces des fontainiers, 299 $\frac{1}{2}$. Tout évalué, l'on ne peut guère élever avec cette machine plus de 310 pouces d'eau à une hauteur de 110 pieds.

758. L'AUTEUR de la brochure sur les moyens de fournir à la ville de Paris des eaux saines, proposait des machines à feu, dont le corps de pompe de cylindre aurait 4 pieds de diamètre intérieur sur 10 pieds de longueur, pour que chaque coup de piston fût de 8 pieds, & capable d'élever plus de 600 pouces d'eau à 80 pieds.

Principales espèces de matériaux nécessaires pour la construction d'une machine à feu.

759. *Bois & Charpenterie.* POUTRES & poutrelles de différentes fortes. Poutreaux appartenant au régulateur, pour soutenir l'effieu, & ses dépendances. Madriers, pour former le réservoir provisionnel. Chevrons, pièces de bois, ainsi nommées du rapport qu'elles ont avec les pièces de bois, qui s'élevant par paires sur le toit des maisons, s'y rencontrent dans leur sommet, & forment le faite. Chevron pendant, ou coulide appartenante au régulateur, & fendue

(a) La pesanteur d'un pied cube d'eau douce est de 70 livres: l'eau salée peut peser 4 à 5 livres de plus.

dans son milieu. Chevrons à ressorts, qui limitent le mouvement du balancier. Poulies sur lesquelles passe une corde, à laquelle est attachée une soupape. Jantes, pieces de bois de charpente courbées, dont sont formés les balanciers, & que l'on nomme ainsi à cause de leur forme semblable à celle des pieces de bois qui sont partie du cercle d'une roue. La poutre qui forme le balancier soutenu dans son milieu par deux tourillons, est accompagnée à ses extrémités de plusieurs de ces jantes.

760. *Métal.* AJUTAGES ou ajutoirs différens, qui sont des cylindres de métal percés de plusieurs manieres, & qui se vissent sur leur écrou, que l'on soude au bout d'un tuyau montant, appelé *fourche*.

761. *Fer.* Le grand piston du cylindre, en fer fondu, quelquefois de cuivre. Manche, qui prend le piston au milieu & qui est attaché en-dessous par un écrou ou par une clef, afin que l'air n'y passe point. Fond des cylindres. Pivots, tourillons, grosses chevilles ou boulons de fer, servant de pivot ou d'essieu, sur lequel tournent les vis & autres pieces de bois, dans une machine. Chaîne qui porte le piston du cylindre. Chaine qui porte la tige qui meut les pompes aspirantes. Les deux chaines des balanciers. Barres qui sont mouvoir les pompes. Dans la machine de Bois-Bossin, où il y a cinq pompes, il y a 680 pieds de barres. Dans la machine de Griff, on compte 73 verges de barres de fer, pesant ensemble environ neuf quintaux.

762. *Fer battu réduit en tôles.* POUR la partie des chaudières qui est exposée au feu: Collets ou morceaux de fer en visières ou anneaux, destinés à embrasser & à fortifier d'autres pieces. Ressorts différens, pour soutenir le régulateur, &c. &c. &c. Clavettes, clous à vis, barres, anneaux, &c. Grille du fourneau. Pattes, ou petits morceaux de fer plats, droits ou courbés, fendus ou pointus par un bout, & à une queue d'aronde par l'autre, servant à retenir des pieces ensemble. Fourche dont la queue aboutit à la clef du régulateur. Broche de fer dépendante de la clef du robinet d'injection.

763. *Cuivre.* POUR les plaques qui forment le dôme de l'alambic. Pour le godet au fond duquel est la soupape rendante. Pour la plaque elliptique, placée sur le chapiteau de l'alambic, & qui peut s'enlever pour entrer dans l'alambic, lorsqu'il a besoin de réparation. Pour la plaque circulaire & horizontale. Pour les bouts de tuyaux.

764. *Plomb.* POUR tuyaux, soudures, & poids de la machine. On a toujours de ces poids ou rouleaux en plomb de surcroît, afin d'en ajouter selon la force de la vapeur que l'on veut avoir. Pour la coupe attachée avec une bride sur le rebord du cylindre. Pour charger les soupapes. Pour l'anneau dont on charge le cuir qui couvre la couronne du piston. Pour baches. Pour citerne & cuvette. Pour doubler l'intérieur des madriers qui forment le réservoir provisionnel. Pour les cinq pieces plates & circulaires, que l'on place sur la platine

du piston, afin d'empêcher que le cuir n'abandonne les côtés du cylindre, & ne se resserre de lui-même.

765. *Cuir.* POUR revêtir le boulon dont la fente de la coulisse est traversée Pour la piece semblable à la bride d'un cheval, en cuir, longue & étroite, qui environne le piston (afin que l'air ne se glisse point autour de sa circonférence qui doit joindre le cylindre) de maniere que ses côtés joignent bien ceux du cylindre en-dehors des trous. Quelquefois, à la place de cuir, une longue meche ou étoupe molle bien trempée, tient le piston serré.

766. *Huiles, graisses, enduits & vernis différens.* LES pieces de fer qui forment la chaudiere étant exposées à l'air, on emploie différens moyens pour les garantir de la rouille, & différentes préparations pour fonder intérieurement les joints de ces plaques de fer.

Vernis & ciment généralement adoptés dans les mines de Newcastle, pour les jointures des chaudières de la machine à feu, afin de les empêcher de couler.

767. *MINIUM (a)* amalgamé avec de l'huile, en consistance épaisse, approchant de celle du ciment, pour empêcher la rouille. On en enduit chaque jointure de la chaudiere en-dehors, & on le rend plus clair & moins épais, pour peindre l'intérieur & l'extérieur de la chaudiere, afin de la conserver & de la préserver de la rouille. Quelques-uns préfèrent de mettre entre les jointures des plaques de fer un ciment composé de sang de bœuf & de chaux vive : on y trouve les inconvéniens de se trop durcir, & de ronger le fer. De ces différens matériaux préparés, conformés différemment, réculent les pieces également nombreuses & variées qui entrent dans la construction d'une pompe à feu. Lorsque nous avons décrit plusieurs de ces machines, ces pieces n'ont été considérées que dans leur assemblage, selon leur différente destination, & relativement à leur usage; nous allons les faire connaître d'une autre maniere, détachées, & séparées les unes des autres, comme dans les cas où il est question de les réparer ou de les renouveler; on doit même observer que, si l'on veut être sûr des travaux d'une fosse pour son épuisement, il est nécessaire d'avoir deux machines à feu, afin que tandis que l'une se repose ou qu'on y travaille, l'autre puisse agir : cette seconde s'appelle *machine de secours*.

Etat abrégé en forme de devis, ou mémoire général des parties & articles de construction de l'équipage d'une machine à feu, expliqués en détail & par renvoi, soit aux descriptions, soit aux planches, avec les qualités, façons, proportions, dimensions, &c.

768. LA totalité des pieces dont l'ensemble forme une machine à feu, peut
(a) Préparation de plomb calciné en rouge.

être distinguée en trois classes. 1°. Les principales pieces, savoir, le fourneau, l'alambic composé de sa chaudiere ou cucurbite, le cylindre ou corps de pompe à vapeur, le piston, le balancier. 2°. Les pieces qui concourent au jeu des précédentes, & qui consistent en tuyaux, robinets, leviers, cuvettes, &c. 3°. Enfin des parties que j'appelle *pieces de construction*, parce qu'il entre de semblables, ou à peu près, dans toute espece de machines, comme crampons, pattes, griffes, anneaux, ressorts, &c. Nous suivrons cette même division pour présenter un tableau séparé de chacune de ces pieces.

PREMIERE CLASSE.

769. EN considérant l'alambic dans toutes ses dépendances, le fourneau à l'aide duquel l'eau contenue dans l'alambic bout continuellement, fait partie de cette piece; on doit ensuite remarquer la situation de l'alambic dans le bâtiment de la machine, sa forme, son fond & son chapiteau. La *fig. 1, pl. XIX*, fait voir l'emplacement de la machine de Griff; la *fig. 2, pl. XXVII*, une coupe verticale des quatre murailles de la bâtisse.

770. FOURNEAU. La *fig. 2 de la pl. XXVII*, représente une coupe horizontale du fourneau de cette même machine; & la *fig. 3*, une coupe verticale de l'alambic & du fourneau. (a) Les *fig. 2 & 3, pl. XXV*, représentent le plan & le profil du fourneau, coupé sur l'alignement *fig. 2, pl. XXIV*. Dans la petite machine à vapeur de Watkins, le fourneau a huit pouces de diametre, & huit pieds de profondeur. Le feu qu'on entretient dans le fourneau, est toujours avec du charbon de terre : vis-à-vis la porte par laquelle on jette le charbon, se trouve une issue par où la flamme se porte, & va circuler autour des côtés de la chaudiere dans l'espace vuide qu'on appelle *cheminée de la chaudiere*; de maniere qu'elle fait un tour entier autour des côtés & du plat-bord de la chaudiere, avant de sortir par un tuyau de cheminée ordinaire, placé à côté de l'issue dont il vient d'être parlé. Sans cette circulation de la flamme autour des parois de la chaudiere, l'eau qu'elle contient ne s'échaufferait pas suffisamment pour produire la grande quantité de vapeurs dont on a besoin. du reste, on peut remarquer que la chaudiere porte sur la maçonnerie du fourneau, par la circonférence de son fond, & que de plus le plat-bord est aussi soutenu de même.

771. L'AUTEUR du *Projet patricique* évalue l'évaporation de l'alambic à un pouce & demi par heure; il prétend que les machines actuelles donnent une quantité de vapeurs moins considérable qu'elles ne devraient, & perdent encore une très-grande quantité de celles qu'elles donnent; il prétend être le maître

(a) Le plus grand nombre des renvois à la description appartiennent à celle de la machine de Frefnes, par M. Bélidor.

de forcer la vapeur de se multiplier, en donnant plus de force au feu, quoiqu'il économise ce moteur : je renvoie le détail qu'il a publié sur cela, à l'article de la dépense & des frais d'une machine.

772. *Alambic.* DANS les machines à feu, on appelle de ce nom, par rapport à la ressemblance des vaisseaux dont on se sert pour faire des distillations (a), un vaisseau destiné à contenir & faire bouillir plusieurs tonnes d'eau, lesquels sont continuellement recrutés par une nouvelle eau froide, tandis qu'un autre tuyau ou robinet emporte l'eau réduite par l'ébullition en vapeurs. La fig. 2 de la pl. XXIV, fait voir une coupe horizontale, la situation & l'emplacement de l'alambic dans le bâtiment où il est renfermé, dont on voit le premier étage en plan élevé d'environ 10 pieds au-dessus du rez-de-chaussée, avec le revêtement de maçonnerie qui soutient le chapiteau. Ce vaisseau est différemment configuré, suivant les méthodes adoptées pour cette machine. Dans celles où la vapeur est beaucoup plus forte que l'air, sa forme doit être sphérique, selon l'opinion de M. Desaguliers. Le diamètre de l'alambic varie aussi dans la hauteur composée de sa chaudière & de son chapiteau. Dans Desaguliers & Bélidor, il ne se trouve aucun détail sur la manière de donner à la chaudière une dimension telle que toutes ses parties aient entr'elles un rapport déterminé. M. Cambray de Digny, dans son ouvrage sur la machine de Castiglione, s'est attaché à cet objet, en cherchant les moyens de réduire les proportions à une théorie générale, qui puisse servir dans tous les cas où l'on voudrait construire de grandes ou de petites machines.

773. L'AUTEUR du *Projet patriotique* se proposait de donner à l'alambic de la machine qu'il voulait exécuter, neuf pieds de diamètre. Cette capacité, qui est celle que l'on donne en Angleterre, produit, selon lui, une vapeur suffisante au corps de pompe qu'il voulait employer. Grand axe, 18 pouces. Dans la machine de Frefues, la plaque elliptique de l'alambic (voyez ART. XVI) a dans son petit axe 14 pouces.

774. *Chaudière ou fond de l'alambic, appelée aussi cucurbite.* RONDE en plan, un peu évasée par le haut. Dans les anciennes machines à feu, on faisait le fond plat; mais on a reconnu que cette forme n'est point propre à bien transmettre à l'eau la chaleur du feu. Aujourd'hui on le fait convexe, comme on le voit dans la coupe de toute cette pièce, fig. 1, pl. XXVII. Dans toute espèce de vaisseau employé à faire continuellement bouillir de l'eau, les parties terreuses qui étaient en dissolution dans l'eau, se rassemblent à la longue, & s'attachent aux parois intérieures du vaisseau. Selon la nature de ces parties terreuses, elles forment, sur-tout dans le fond du vaisseau, un dépôt

(a) Garni d'un chapiteau presque rond, une bouteille ou matras qu'on y a ajouté, & qui alors se nomme *réceptif*, terminé par un tuyau donnant passage aux vapeurs condensées, & qui sont reçues dans

folide & pierreux qui y tient fortement (a). L'eau chaude qui s'évacue de la chaudiere de la foïe Saint-Gilles, à Liege, & qui conserve la chaleur fort au loin de la machine, dépose, dans tout le trajet qu'elle parcourt, une grande quantité de limon de marle; ce limon se durcit dans tout le trajet qui sert de lit ou de canal à cette eau, incruste même les pierres, les branchages, & tout ce qui se rencontre sur son passage. On juge par-là de la nécessité de nettoyer le bassin de la chaudiere; il ne faut pas manquer à cette attention toutes les semaines. Les tuyaux & robinets de la chaudiere seront récapitulés à part.

775. *Chapiteau, dôme, ou couvercle. FORMANT une espèce de dôme, fig. 8, pl. XIX*, quelquefois un peu surbaissé, comme dans les *planches* suivantes, ordinairement de plomb, & il soutient fort bien toute la pression de la vapeur; d'autres fois en plaques de cuivre. Ces plaques de cuivre, dont la chaudiere & le chapiteau sont formés, ont 3 pieds en carré, & 3 à 4 lignes d'épaisseur; elles sont liées ensemble avec de fortes rivures très-voisines les unes des autres. La *fig. 4* de la *pl. XIX*, représente ces plaques en fer solidement jointes ensemble, & rivées à la manière inventée par M. Parrot. On a soin quelquefois de garnir de maçonnerie ce chapiteau jusqu'à une certaine hauteur, afin de lui donner plus de force contre l'effet des vapeurs, & pour le garantir des coups qui pourraient le boiser. La *fig. 1 & 2* de la *pl. XXVI*, est la représentation en grand de la surface du chapiteau, où l'on doit remarquer plusieurs pièces que nous passerons en revue chacune à leur place, & entr'autres, différens tuyaux. Le principal, qui porte le nom de *cheminée de l'alambic*, est de cuivre, & va aboutir hors du bâtiment; il est fermé dans cet endroit d'une soupape chargée de plomb, & se nomme alors *ventouse*.

776. *Cylindre ou corps de pompe à vapeur*. Ce cylindre, qu'on peut bien distinguer par le nom de *corps de pompe à vapeur*, est toujours de métal & calibré. M. Désaguliers avertit, quant aux cylindres de fer fondu dont quelques-uns se servent pour les machines à feu, qu'il n'en conseille point l'usage, attendu que, quoiqu'il y ait des ouvriers en état de les bien adoucir en dedans, cependant on ne peut pas les fonder à moins d'un pouce d'épaisseur, & par conséquent ils ne peuvent ni s'échauffer ni se refroidir aussi-tôt que les autres, ce qui peut faire la différence d'un ou deux coups par mi-

(a) Derrière la grande marmite de la grande cuisine de l'hôtel-royal des Invalides, est une petite marmite dans laquelle il y a toujours de l'eau qui bout; cette eau fournie par le grand puits, y forme une croûte pierreuse, qui devient insensiblement

si épaisse, qu'on est obligé, tous les quinze jours environ, de casser à grands coups cet enlaid qui diminue la capacité de la marmite; on se contente d'en enlever une partie: j'en ai vu souvent enlever à peu près dix ou onze livres.

nute : d'où il suit qu'on élèverait huit ou dix fois moins d'eau. On a fondé un cylindre de cuivre des plus grands sous $\frac{1}{2}$ d'un pouce d'épaisseur, & l'on a eu l'avantage de l'échauffer & de le refroidir promptement ; ce qui récompense la différence de la première dépense, sur-tout lorsqu'on fait attention à la valeur intrinsèque du cuivre. Dans les machines à feu des mines de Carron, en Angleterre, cette partie a 50 pouces de diamètre. Dans celle qu'on a fait venir d'Angleterre pour les mines de Persberg, près de Philipstad, 45 pouces de diamètre sur 10 pieds de hauteur. Dans la petite machine de Watkins, cette partie a 9 pouces & demi de diamètre : les différens collets ou tuyaux cylindriques qui ont rapport au cylindre, auront place dans la récapitulation des tuyaux qui contribuent au jeu de la machine à feu. La *fig. 3, pl. XXVI*, représente l'alambic & le cylindre vus de face du côté du réservoir provisionnel. Les *fig. 1, pl. XXV & pl. XXVII*, font voir l'élévation & le profil du cylindre accompagné de ses tuyaux.

777. *Grand piston, ou piston du cylindre, pl. XXVIII, fig. 11, 12 & 13.* CETTE pièce en cuivre, exactement polie, a 30 pouces de diamètre. Dans une machine de 60 pouces, son diamètre a 19 pieds & $\frac{2}{14}$ de surface. La tige du piston de la machine de Fresnes a 4 pieds de hauteur. Quadre du piston du cylindre. Le piston & la cucurbite sont les pièces les plus capitales d'une machine à feu ; la première, comme considérable par son poids & par sa grandeur ; la seconde, par la précision qui lui est essentiellement nécessaire. Les Anglais ont été pendant fort long-tems les seuls qui eussent l'art de jeter en moule la cucurbite ; mais à présent les Liégeois les coulent avec autant de succès, & réussissent de même dans le reste. La *fig. 13* représente le piston, qui est une platine épaisse de cuivre, avec un manche de fer qui la prend au milieu, & qui est attachée en-dessous par un écrou ou par une clef, afin que l'air n'y passe pas. Pour empêcher aussi que l'air ne se glisse autour de sa circonférence qui doit joindre le cylindre, on l'environne d'un long morceau de cuir étroit, semblable à la bride d'un cheval, enforte que ses côtés joignent bien ceux du cylindre en-dehors des trous ou points. Pour empêcher que le cuir n'abandonne les côtés du cylindre, & ne se resserre de lui-même, on a placé sur la platine du piston quatre ou cinq pièces de plomb plates & circulaires, dont les bouts tournent en-haut ; enforte qu'elles touchent exactement le cuir en-dedans, & qu'elles le poussent en-dehors dans le mouvement du piston, étant jointes légèrement les unes aux autres par de petites pointes, de manière que toutes ensemble elles forment une circonférence d'un cercle qui se dilate & se resserre aisément, pour presser ou pour relâcher le cuir, à mesure que le piston monte & descend. Quelquefois une meche ou une étoupe molle bien trempée, tient le piston serré à la place du cuir. *Fig. 11, 12, 13, pl. XXVIII*, construction,

tion, plans & profils d'un piston qui joue dans le cylindre. *Fig. 1, 2, 3, 4, pl. XXVIII*, tiges des pistons.

778. *Balancier*. DANS la pompe à feu, plusieurs pieces sont nommées *balanciers*; mais on entend principalement par ce nom, cette grande poutre mobile verticalement sur son centre, *fig. 1, pl. XXIV*, terminée à chacune de ses extrémités par un arc voûté; à l'un de ses bras est attachée, par le moyen d'une chaîne, la tige du grand piston, pour être toujours élevée perpendiculairement. L'autre fait mouvoir des pompes ou tels poids que l'on veut; ainsi le mécanisme d'une pompe à feu dépend en général de cette piece. La *fig. 4, pl. XXV*, représente le plan du troisieme étage du bâtiment où il est renfermé, & où l'on voit la surface supérieure du balancier, avec les parties qui l'accompagnent, & le plan de la cuvette. On doit y remarquer particulièrement sa forme, relative à son action. Sa situation est aussi différente, quand la machine ne joue point, & quand elle est en action; dans le premier cas, le balancier est incliné du côté du puits, comme on le voit *fig. 1, pl. XVIII*, parce que l'air pénètre dans l'intérieur du cylindre, & que le bras de levier du côté du puits est plus chargé que celui du côté du cylindre; d'où l'on juge que le piston est alors élevé au plus haut point de sa course: c'est sa situation naturelle. La *fig. 1, pl. XXIV*, représente le balancier dans un sens contraire; c'est-à-dire, lorsque l'injection d'eau froide ayant condensé la vapeur renfermée dans le cylindre, le poids de la colonne d'air fait baisser le piston: alors l'eau du puits est aspirée, & celle de la bache refoulée dans la cuvette. La *fig. 4, pl. XXV*, & les *fig. 1 & 4, pl. XXVI*, sont relatives au balancier, aux jauges qui l'accompagnent, aux chaînes, au grand piston, au grand chevron, à la bache, à la jante qui fait agir le régulateur, à la chaîne à coulisse qui sert à ouvrir & à fermer le robinet d'injection & à mouvoir le régulateur, enfin à la cuvette. La seconde piece, appelée dans les machines à feu *balancier*, est un petit levier communément désigné par la lettre capitale F, & nommé de même F, à cause de deux crochets qui y sont disposés comme les deux traits qui forment cette lettre: ce levier ressemble cependant davantage au balancier d'une petite romaine, avec un poids au bout, afin d'accélérer ce mouvement: cette F tourne ou ferme alternativement la clef d'un robinet appelé *robinet d'injection*. Voyez *fig. 1, pl. XXIV*, & *fig. 4, pl. XXVI*.

779. *Régulateur ou Diaphragme*. EN mécanique, on entend par la premiere expression l'assemblage de plusieurs pieces de fer qui concourent ensemble à ouvrir & à fermer alternativement les orifices d'impulsion & de fuite. Dans la machine à vapeur, le régulateur est une plaque de cuivre circulaire & horizontale de 7 pouces de diametre, située sur le chapeau de l'alambic, & munie d'une queue ou manche mobile autour d'un axe vertical. Cette plaque s'applique exactement contre la base inférieure d'une ouverture servant de passage

à un tuyau, par lequel la vapeur de la chaudière communique dans le cylindre, & qui pour cela est adapté au fond du cylindre. L'usage de cette plaque pour ouvrir & fermer alternativement l'entrée du cylindre, en tournant autour de son axe, lui a fait donner le nom de *régulateur*; c'est de cette manière qu'elle fait régler tout le mouvement de la machine, en laissant entrer la vapeur dans le cylindre, afin d'élever ou de laisser descendre le piston en retenant la vapeur, pour la faire condenser par l'injection de l'eau froide, qui faisant un vuide, abaisse à l'instant le piston par le poids de l'atmosphère. Dans la pompe à feu d'Yorck Buildings, le régulateur est un bécou ou une coulisse en bois, attachée d'une manière particulière au bâtiment. Les principales dépendances du régulateur sont: Sa plaque. Le tuyau qui y est implanté. Divers leviers qui ouvrent & ferment le régulateur. Sa queue ou son manche mobile. La fourchette attachée à son manche. La manivelle qui ferme cette plaque. L'essieu de fer, qui porte quatre pièces de fer, servant à tourner le régulateur, en poussant en avant & tirant en arrière la fourchette. La pointe qui fait agir le régulateur. *Fig. 8 & 9, pl. XXVIII*, plan & profil du régulateur, accompagné de son manche, dont l'extrémité T, *fig. 8*, est percée quarrément pour recevoir l'essieu vertical *a b, fig. 7*. Dans la *fig. 1, pl. XXVI*, sont détaillées les pièces qui font mouvoir le régulateur, *fig. 14, pl. XXVIII*.

780. La *fig. 10, pl. XXVIII*, fait voir la plaque AB, & l'anneau VS, relatifs au jeu du pivot de l'essieu du régulateur, détaillé art. XIV de la description. La *fig. 1, pl. XXVI*, a rapport à la coulisse qui joue du même sens que le piston, qui sert à communiquer le mouvement au régulateur, & au robinet d'injection, &c. Voyez l'art. XXXIV. Les *fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, pl. XXVII*, sont relatives à la construction des pistons, aux chevrons à ressort, qui amortissent le mouvement du balancier, & à la construction des parties qui appartiennent au régulateur.

SECONDE CLASSE.

Ouvertures, cylindres, ou tuyaux qui en dépendent.

781. LA régularité du mouvement dans la pompe à feu, ne peut être produite ou entretenue qu'à l'aide de plusieurs tuyaux, dont quelques-uns sont garnis de robinets; les mouvemens combinés du régulateur, & particulièrement du robinet d'injection, qui font toute l'uniformité du jeu d'une machine à vapeurs, ne sont pas difficiles à concevoir, en jetant les yeux sur la *pl. XXVI*, & sur la *fig. 1, pl. XXV*, où se voient ces tuyaux dans différentes dispositions relatives à leurs distributions. Les ouvertures d'entrée & de sortie pour ces cylindres sont renforcées dans leur pourtour, afin que les tuyaux qui y passent soient maintenus fermes en situation: ces trous, sont souvent appelés *collets*; à l'alambic, on en voit

un de 3 pouces de faillie, ayant à sa base un relief de 4 lignes de hauteur, formant une couronne de 6 lignes de largeur. Art. XIII. Le cylindre est percé de même en plusieurs endroits de semblables trous. Art. IX. Une autre dépendance des tuyaux sont des robinets, des godets ou coupes de métal, & différens réservoirs. Nous comprendrons ces pièces dans une récapitulation particulière, à la suite de l'énumération des différens tuyaux qui appartiennent aux autres parties de la machine. Tuyau d'injection, qui amène de l'eau froide dans le cylindre; il est de plomb, & garni d'un robinet appelé *robinet d'injection*; il est fortifié à son extrémité par un ajutage ou bout de tuyau, dont l'œil a 6 lignes de diamètre. Art. XI de la description. Tampon du robinet d'injection: ce tampon est soudé avec une patte d'écrevisse qui embrasse une broche tenant au manche d'un grand marteau mobile sur la charnière. Tuyau de 4 pouces de diamètre, destiné à recevoir le superflu de l'eau portée par un tuyau horizontal au-dessus du piston, & la conduire dans un réservoir placé en-dehors du bâtiment: on l'appelle quelquefois *tuyau aspirant*. Art. XII. A l'opposition du tuyau d'injection, est adapté au cylindre un autre tuyau qui porte un godet muni dans son fond d'une soupape. Tuyau par lequel s'échappe cette eau, & qui communiquant par un bout avec le fond du cylindre, est fermé hermétiquement par l'autre bout. Deux autres tuyaux adaptés à ce tuyau: le premier, par lequel il sort environ les trois quarts de l'eau d'injection, qui vont se perdre dans une citerne, plonge par son extrémité dans la citerne, & est recourbé verticalement en contre-mont. Le second transmet le quart restant de l'eau d'injection à un tuyau vertical qui pénètre presque jusqu'au fond de la chaudière, pour rendre de l'eau & réparer la chaudière, de la perte qu'elle fait par l'évaporation; cet usage lui a fait donner le nom de *tuyau nourricier*. Il a 18 lignes de diamètre dans la machine de Fresnes. Art. XXII. Tuyau dont la branche inférieure porte un godet muni dans son fond d'une soupape, & par lequel on introduit de l'eau tiède du haut du cylindre dans les tuyaux précédens, par le moyen d'un tuyau descendant: cette eau tiède sert à chasser l'air des tuyaux où on la fait entrer quand la machine commence à jouer. Tuyau de décharge de la coupe jointe au cylindre, afin que la coupe ne soit pas trop pleine, & ne verse point quand le piston s'élève au sommet du cylindre: ce tuyau est fort utile; car l'eau étant devenue chaude par son séjour dans le cylindre, est beaucoup meilleure pour la chaudière, que l'eau totalement froide. Le bout de tuyau en cuivre, de 5 pouces de diamètre, & soudé verticalement sur le chapiteau de l'alambic, pour donner échappée à la vapeur hors du bâtiment, est nommé par cette raison *cheminée de l'alambic*; il est muni à son sommet d'une soupape qui porte le nom de *van-soufflé*. Deux petits tuyaux inégaux, garnis chacun à leur sommet d'une clef du robinet, & qu'on nomme *tuyaux d'épreuve ou probatoires*, parce qu'ils servent

Z z ij

à faire connaître si l'eau est à une hauteur convenable dans la chaudière; l'un trempe seulement jusqu'à la vapeur, l'autre pénètre jusqu'à l'eau : voyez fig. 1, *pl. XXVII*. Quand la hauteur de l'eau est bien réglée, le plus long donne de l'eau, & l'autre des vapeurs. Si tous deux suintaient ou donnaient des vapeurs, dans le premier cas l'eau serait trop basse, la chaudière serait en danger de brûler; dans le second, elle serait trop haute : on remédie alors à l'un ou à l'autre inconvenient, en introduisant de l'eau dans la chaudière, ou en laissant échapper l'excédant de celle qu'elle contiendrait. Deux tuyaux garnis de robinets, pour remplir & pour vider d'eau la chaudière quand on veut; l'un servant par conséquent à faire entrer de l'eau; l'autre, à évacuer la chaudière quand la vapeur entre dans le cylindre, est nommé *tuyau ou rameau d'évacuation*; il a 2 pouces de diamètre. Art XXI. Tuyau qui amène de l'eau sur la base supérieure du grand piston, pour empêcher les cuirs de se sécher, & pour fermer toute entrée à l'air extérieur dans la partie inférieure du cylindre où passe la vapeur; il a 1 pied de hauteur, 6 pouces de diamètre en-dedans : il communique au tuyau descendant, dont il a été parlé, par lequel passe une partie de cette eau. Dans la machine de Watkins, ce tuyau de communication a un demi-pouce de diamètre. Tuyau par lequel s'échappe l'autre partie de cette eau. Tuyaux aboutissans au réservoir provisionnel; 4 pouces de diamètre. Tuyaux de la citerne; l'un de décharge de la superficie, l'autre du fond de la citerne. Art. XIX.

782. *Soupapes à cliquet*, (a) *ventouses*. Les soupapes sont aussi de différentes espèces, & désignées dans les machines à feu par des noms relatifs à leur effet ou à leur usage. La soupape adaptée au sommet du tuyau soudé verticalement à la surface du chapiteau de l'alambic, & destinée à donner de l'air à l'alambic afin que la vapeur ne devienne pas trop forte, s'appelle *ventouse*, à l'instar des tuyaux ainsi nommés en hydraulique, qui ne donnent issue qu'aux vents, & qui sont les seuls moyens de soulager les longues conduites, & d'empêcher les tuyaux de crever : dans la machine de Griff & de Watington, en Angleterre, on la nomme *cliquet* ou *soupape de sûreté* ou d'*assurance*, *cliquet de marionnette* : elle s'ouvre & s'élève selon les occasions. Art. XVII. On doit se rappeler qu'elle est fixée avec un fil de métal placé perpendiculairement au-dessus, afin qu'elle soit assujettie avec des poids de plomb, selon le degré de force dont on a besoin que soit la vapeur, de manière que, si la vapeur est trop forte, elle puisse soulever la

(a) Nom d'un petit levier usité en horlogerie, toujours déterminé dans une certaine position, au moyen d'un ressort qui appuie sur l'une de ses extrémités; le cliquet s'emploie ordinairement lorsqu'on veut

qu'une roue tourne dans un sens, sans qu'elle puisse retourner dans le sens contraire. Dans un moulin c'est la pièce qui sert à faire tomber peu à peu le grain de la trémie sur les meules, en faisant du bruit.

soupape, & sortir. La soupape servant à évacuer l'air que la vapeur chasse du cylindre lorsqu'on commence à faire jouer la machine, & ensuite l'air amené par l'eau d'injection, qui empêcherait l'effet de la même machine, si l'air n'avait pas la liberté de s'échapper, se nomme *soupape reniflante* ou *d'injection*. Cette soupape est chargée de plomb, & suspendue à un ressort de fer qui la maintient toujours dans la même direction. On lui a donné ce nom, parce que l'air, en traversant cette soupape, produit un bruit semblable à celui que fait un homme enrhumé. Soupape du tuyau qui plonge dans la citerne; elle est toujours baignée dans l'eau, pour empêcher que l'air ne pénètre dans le tuyau : quand le piston descend, elle est fermée; quand le piston monte, elle s'ouvre, parce qu'alors toute la force expulse l'eau contenue dans le tuyau. Soupape nommée *aspirante*, parce qu'elle est à l'extrémité du tuyau au travers duquel la vapeur introduite dans le cylindre chasse l'air qui a pu y être apporté par le jet d'eau froide.

783. *Robinets*. On a vu que plusieurs de ces tuyaux peuvent s'ouvrir & se fermer à volonté par des robinets ou clefs, pour régler les quantités d'eau qui doivent passer par les tuyaux. Ces robinets sont distingués par le nom de la fonction du tuyau. Le robinet du tuyau d'injection est appelé *robinet d'injection*; en tournant sur son axe dans un sens ou dans un autre, il arrête ou laisse passer l'eau; dans le second cas, l'eau jaillit de bas en haut par un tuyau de 4 pouces de hauteur sur autant de diamètre, fortifié à son extrémité par un ajutage; l'eau, en venant frapper la base inférieure du grand piston, retombe en pluie, condense la vapeur, & entraîne la descente du piston par la pression de l'atmosphère.

784. *Coupes, godets*. GODET que porte la branche inférieure du tuyau, par lequel s'échappe l'eau injectée par l'ajutage, garni dans son fond d'une soupape. Coupe jointe au cylindre & d'un diamètre un peu plus considérable, afin de bien contenir & conduire sans perte l'eau versée par le robinet dans le cylindre, pour entretenir l'humidité du cuir du piston, & le rendre impénétrable à l'air. Coupe de plomb de 18 pouces de hauteur, évalée par le haut, attachée avec une bride sur le rebord qui regne autour du bâtiment. Art. VI.

785. *Fontaines, cuvettes, bassins, réservoirs*. OUTRE les cuvettes de plomb placées de 24 en 24 pieds dans la buse du bure, & dont nous parlerons à la suite des pompes, il est différentes sortes de bassins, qui forment une dépendance de la machine, & que l'on aperçoit en considérant le bâtiment qui renferme une pompe à feu. Nous les rappellerons à l'article des pompes. Au niveau du rez-de-chaussée, fig. 1, pl. XXIV, se voit en K, une bache, dans laquelle les pompes aspirantes viennent décharger l'eau du puits, qu'on y entretient toujours à une certaine hauteur. De cette bache, l'eau est am-

née par une pompe refoulante, dans une cuvette (a) placée dans un des étages supérieurs du bâtiment. Entre plusieurs de ses usages, celui d'entretenir le robinet d'injection qui vient aboutir dans son fond, lui a fait donner le nom de *cuvette d'injection* : on en voit le plan en M, fig. 1, *pl. XXXIV* ; elle a 4 pieds quarrés de base, & 3 pieds de hauteur : sa contenance est d'environ un muid ; elle est ordinairement vuide lorsque la machine ne joue pas.

786. DANS la machine à feu, construite à Schemnitz, en Hongrie, la cuvette d'injection reçoit au moyen d'un tuyau l'eau d'un autre réservoir, pour la transmettre au tuyau d'injection ; le premier tuyau porte un robinet qui en ouvre & qui en ferme alternativement le bout, par un mécanisme particulier, développé de la manière suivante par M. l'abbé Boissut. A l'axe horizontal parfaitement mobile sur ses pivots, sont fixées deux branches de fer ; l'une portant un tonneau ou barril qui flotte sur l'eau ; l'autre portant une patte d'écrevisse ou une petite roue dentée qui engrene avec la tête du robinet désigné ci-dessus, & qui le fait tourner. L'écoulement par le tuyau d'injection étant suspendu, à mesure que la surface de l'eau s'élève dans la cuvette, elle soulève le tonneau, & le robinet se ferme, en sorte qu'il est entièrement fermé quand la cuvette l'est. Si au contraire la cuvette se vuide par le tuyau d'injection, le tonneau descend, & le robinet s'ouvre pour laisser passer dans la cuvette la nouvelle eau que le tuyau receveur a amenée, ainsi de suite ; il est clair que par-là, il passe en tems égaux des quantités égales d'eau dans le tuyau d'injection. Au niveau du premier étage, en-dehors du bâtiment, sur une plate-forme de maçonnerie, sont placés deux réservoirs, fig. 1, *pl. XXXVII* ; le premier où l'on fait aboutir dans le fond le tuyau d'une pompe aspirante, contient 33 ou 34 muids d'eau, provenant du superflu de la cuvette d'injection, d'où on le nomme *réservoir provisionnel*. Le second, appelé la *clerne*, placé sous l'arcade de la plate-forme, est une cuvette de plomb servant de décharge à la plus grande partie de l'eau d'injection ; pour cet effet on y a ménagé les deux tuyaux qui ont été énoncés à leur place, dont l'un décharge la superficie, l'autre décharge le fond. Art. VI.

TROISIÈME CLASSE.

Principaux articles de construction.

787. NOUS renfermerons sous ce titre les principales pièces nécessaires à la construction ou à l'assemblage des précédentes, & qui ont également besoin

(a) En bâtiment on appelle *cuvette* un vaisseau de plomb qui reçoit les eaux d'un cheneau ou canal, & les conduit dans un tuyau de descente.

d'être souvent réparées ; il est même à propos d'en avoir toujours de toutes prêtes, en état d'être substituées à celles qui se dégradent ou qui viennent à manquer. Jantes cannelées, pieces de bois de charpente de 2 à 6 pieds sur 5 pouces par les deux bouts, dont l'une porte le grand piston, l'autre la tige des pompes aspirantes ; dans la machine de Fresnes elles ont 8 pieds 2 pouces de long, sur 20 ou 22 pouces de grosseur. Deux autres jantes, pareilles aux deux précédentes, dont l'une est pour le mouvement du régulateur & la fermeture du robinet d'injection, l'autre pour soutenir la chaîne aboutissant au cadre du piston de la pompe refoulante. Dans la machine de Fresnes, elles ont 6 pieds de longueur sur 5 pouces par les deux bouts, dans le milieu 11 pouces sur 3 pouces d'épaisseur. Chevrons de ressort qui limitent le mouvement du balancier, & qui sont soutenus de deux poutres. Chevrons qui soutiennent les pistons ; ils ont trois pouces quarrés. Chevron auquel ceux-ci sont suspendus, six pouces en quarré. Madrier qui maintient la coulisse ou le *chevron pendant* dans une situation verticale en descendant dans un trou, *fig. 1, pl. XXVI*, lettre Q. Art. XXXIV. Poutrelles auxquelles sont suspendues les tiges des pistons de pompes, 24 pieds de longueur. Art. III. Deux poutres, entre lesquelles est enclavé le cylindre. Essieu vertical, ayant son centre de mouvement éloigné de 6 pouces 8 lignes du régulateur. Le pivot inférieur de cet essieu joue dans l'anneau de fer placé en-dedans du chapiteau de la chaudiere. Son bout supérieur reçoit une clef, par le moyen de laquelle est mu le régulateur. Dans le même essieu, sont fixées une patte à deux griffes, deux branches de fer, & la tige d'un poids tenu par une courroie lâche attachée au sommier. Art. III. Essieu horizontal (soutenu par deux poteaux) qui tourne dans les anneaux d'un étrier, lequel est traversé d'un boulon. Art. V, *pl. XIX, fig. 18*, en Q, O, E, L, & *fig. 4, pl. XXVI*, N, O, M. Cadre du piston de pompe refoulante, lettre N, *pl. XXIV, fig. 1*. Marteau mobile sur une charniere, engagé par la tête dans une espece de déclit, formé par une coche ou crochet, fait dans une piece de bois horizontale, tenue à charniere, & suspendue avec une corde. Supports du régulateur, 4 pouces 6 lignes de hauteur. Art. XV. Manche du régulateur, ne faisant qu'un même corps avec lui : cette piece est traversée quarrément par un axe ou essieu vertical. Art. XIV. Clef qui communique le mouvement au régulateur. Anneau de métal horizontal, placé au-dedans du chapiteau de la chaudiere, & suspendu à ce même chapiteau par quatre supports ou montans verticaux, *fig. 14, pl. XXVIII*. Art. XV. Largeur 2 pouces, diamètre intérieur 12 pouces. Fourche, fourchette, dont la queue aboutit à la clef du régulateur. Art. XXXIV. Déclit, levier mobile à son extrémité autour d'un boulon, & suspendue en l'air par l'autre bout, à l'aide d'une ficelle attachée au plancher. Art. XXV, *fig. 1, pl. XXVI*. Bride, pour raccorder

la piece circulaire qui termine le sommet du chapiteau, avec le tuyau de communication de l'alambie au cylindre. Art. XIV. Patte à deux griffes, appartenante à l'essieu horizontal, lesquelles griffes font mouvoir l'étrier. Patte d'écrevisse, qui embrasse une broche, à laquelle tient le manche d'un marteau mobile. Art. XXV. Patte d'écrevisse, qui ferme le robinet d'injection. Boulon traversant un étrier, & autour duquel jouent les anneaux d'une fourche dont la queue tire ou pousse horizontalement la clef du régulateur. Deux tourillons, dont les paliers portent sur un des pignons du bâtiment de la machine. Ressort destiné à presser le régulateur contre l'orifice du collet du cylindre : contre ce ressort s'appuie le bouton du régulateur, en descendant de Z en N pour l'ouvrir, & allant de N vers Z lorsqu'il se ferme, *fig. 14, pl. XXVIII* : ce ressort, dans la machine de Fresnes, a deux pouces de longueur ; il doit être poli. Etrier (*a*) relatif au régulateur & au robinet d'injection. Goupilles, clefs, chevilles, érous, clavettes, griffes ou crochets. Griffes qui frappent le boulon & chassent l'étrier en arrière, & conséquemment la manivelle qui ferme alors le régulateur. Art. XXIV, *fig. 1, pl. XXVI*.

788. *Pompes*. Les tuyaux de pompes inférieures pour élever l'eau d'un seul coup à une grande hauteur, doivent être de fer ou de cuivre, ou de bois d'aune : le bois est plus économique ; on le gaudronne, ou on l'enduit avec de l'huile cuite, afin d'empêcher qu'il ne se pourrisse dans l'eau. En général, dans tout le nord de l'Angleterre, les pompes sont entièrement en fer coulé. Dans les mines de Carron, on se sert de hautes pompes, dont le diamètre est communément de 13 pouces. (*b*) Dans la *fig. 6, pl. XXVIII*, on voit la manière dont les tiges des pompes sont liées les unes aux autres pour composer un train. La pompe aspirante Q, autrement dite *arbre aspirant*, se voit dans le troisième étage, *fig. 1, pl. XXIV* ; c'est elle dont le tuyau aboutit vers le fond du réservoir provisionnel. La *fig. 2, pl. XIX*, marque la pompe refoulante, autrement dite *arbre supérieur ou refoulant*, *arbre de force* ou de *délivrance*. Dans la *fig. 2, pl. XVIII*, on voit le trajet de la pompe nourricière du réservoir d'injection. Les pistons représentés dans *Défiligiers* en cylindres de fer fondu, ou de cuivre, ont 7 $\frac{1}{4}$ pouces de diamètre en dedans ; ceux de la machine de Fresnes, 7 pouces de diamètre, sur 6 pieds de levée. Dans le modèle de Watkins, on voit des

(*a*) *Etrier* en architecture, espece de lien de fer coudé quarrément en deux endroits, qui sert à retenir par chaque bout une cheville de charpente, assemblée à tenon dans la solive d'enchevêtrement, & sur laquelle l'étrier est attaché : il sert aussi à

armer une poutre qui est éclatée.

(*b*) La description particulière des corps de pompes & des arbres percés est démontrée dans la *planche XXXIX* de *Défiligiers*, *fig. 10, 11, 12*.

poids

poids de plomb qui mettent le piston en état d'agir, en forçant, ou, comme un plongeur, en poussant l'eau élevée du réservoir par la soupape dans le tuyau par lequel l'eau est forcée de monter dans le besoin. On doit regarder comme dépendances des pompes, les especes de cuvettes ou baches de distribution, quelquefois partagées en deux bassins, & placées de hauteur en hauteur (quand on emploie des pompes à répétition) pour recevoir l'eau de chaque corps de pompe, rompre le coup du piston, & renvoyer l'eau dans un réservoir élevé à un même niveau.

Etat des frais & de dépense totale pour l'établissement d'une machine à feu, & pour la consommation du fourneau, dans les mines les plus connues.

789. On se doute sans peine que, pour l'établissement d'une pompe à feu, la dépense varie selon la profondeur de laquelle on veut élever les eaux, à raison de la nature du terrain, & du prix des matériaux dans l'endroit. On fait monter la dépense qu'a occasionnée celle de la mine de Walker, dont les eaux s'enlèvent de 89 toises de profondeur, entre 4 à 5000 livres sterling; & la dépense de toute l'entreprise, avant d'avoir pu retirer du charbon, se monte à plus de 20000 livres sterling. Nous placerons ici le détail des frais auxquels M. de Cambray de Digny estime que pourrait monter la construction d'une machine pareille à la sienne, qui élèverait 192000 pieds cubes d'eau en vingt-quatre heures d'une profondeur de 28 pieds.

Il compte pour le bâtiment où est placée la machine.	10000 liv.
la chaudière & les pompes.	25000
les attiraux & la main-d'œuvre.	15000

Total 50000

Pour frais d'administration.	
Gages annuels d'un machiniste.	1200
Trois maîtres au fourneau jour & nuit, pendant six mois.	1400
* Trois manœuvres pour le même tems.	800
Bois pour l'entretien du feu.	1800
Transports & réparations extraordinaires.	2800

Total 8000 liv.

790. EN Allemagne, une pompe à feu ordinaire coûte cinq, six, sept cents reichthalers, argent pesant (a). L'auteur de la brochure anglaise, dont j'ai parlé ailleurs, avance que dans les provinces où les matériaux sont généralement à meilleur marché que dans d'autres, la construction d'une machine à feu coûte depuis cent jusqu'à mille livres sterling, & plus. La machine

(a) Le reichthaler vaut trois livres, ce qui fait deux mille cent livres.

Tome XVI.

A a a

de Bois-Boissu, qui est une des plus parfaites de celles des environs, a coûté, y compris le bâtiment dans lequel elle est renfermée, environ 30 mille livres, ci. 30000 liv.

Le puits dans lequel doivent être montées les pompes, les bois pour garnir les parois, & ceux pour soutenir & entretenir les pompes, y compris la main-d'œuvre, a coûté environ 25 mille livres, ci. 25000

Total 55000

791. LE service de la machine n'emploie que deux hommes, un chef chargé de la faire manœuvrer, nommé quelquefois le *conducteur*, & un second qui veille à l'entretien du fourneau. Il paraît que M. le vicomte des Androuins évaluait la dépense de cette construction à 60 ou 80 mille livres. La consommation du charbon qu'exige le fourneau, est d'autant plus à considérer, qu'elle est différente selon la qualité des charbons, & que cette dernière qualité influe aussi sur le jeu de la machine. Quelques maîtres de fosse croient pouvoir, par économie, employer pour le feu de la machine, tout le rebut de houille; mais le jeu de cette pompe demandant un feu violent, & dont l'ardeur ne soit ni ralentie ni interrompue, aussi long-temps que l'on veut prolonger son action, il est plus à propos d'employer tout ce qu'il y a de meilleur; le rebut étant toujours de défective pour les pauvres, qui l'achètent à bas prix. Les maîtres de fosse qui sont curieux d'un bon feu, n'y font point même rejeter les braisens, ni les fragmens de houille qui s'échappent entre les barres dont est formé le gril du fourneau. Il vaut mieux les abandonner pour partie de salaire aux ouvriers qui entretiennent le feu.

792. LA mine de Walker consomme en vingt-quatre heures, pour les trois chaudières, 200 bushels ou deux chaldrons & demi de Newcastle. Dans la machine de Griff, les frais pour réparations, entretien de charbon & autres circonstances, ne coûtent pas plus de 150 livres par an. La machine de Chelfea, selon M. de la Lande, consomme par semaine neuf chaldrons de charbon, chacun de 36 boisseaux, de la contenance d'environ un pied $\frac{1}{2}$ mesure euble; ce qui, à raison de 64 livres le pied eube, donne 104 livres pour le poids du boisseau, 3744 pour le poids du chaldron, & enfin pour la consommation de la machine en 24 heures, 4814 livres. En divisant cette quantité par le nombre de puees, on aura 68 livres pour la consommation de chaque puee d'eau. Cette consommation, qui est à peu près du double de celles de Bois-Boissu, d'Anzin & de Montrelay, comparée par M. Lavoisier, fait conjecturer à cet académicien, qu'il y a erreur, soit dans la quantité d'eau élevée, soit dans l'objet de consommation. La machine à feu d'York-Buildings, à Londres, consomme pour 300 jours de charbon

par an, en travaillant huit heures par jour. La quantité de charbon pour entretenir l'eau bouillante dans la machine de Watkins, est évaluée de 20 à 30 boisseaux toutes les douze heures. Des relevés de la consommation de la machine de Montrelay, tirés des comptes rendus par le directeur aux entrepreneurs, il résulte que la machine de Montrelay consomme, en trois cents trois heures de travail, 1132 portoirs de charbon (a); d'où l'on peut conclure, selon M. Lavoisier, qu'en vingt-quatre heures elle consomme 12124 livres de charbon; ce qui, à raison de 310 poncees d'eau, donne pour chaque une consommation de 39 livres en vingt-quatre heures. La machine de Bois-Boffu, selon l'Encyclopédie, consomme six muids de charbon de terre en vingt-quatre heures, chaque muid de 13 pieds cubes, c'est-à-dire, 78 pieds cubes en vingt-quatre heures; la quantité totale est donc 4836 livres de charbon: ce qui, en divisant cette quantité par le produit de la machine en poncees, c'est-à-dire, par 180, donnera 27 livres pour la consommation nécessaire en vingt-quatre heures, pour élever chaque ponce à la hauteur de 110 pieds. Suivant les relevés des comptes rendus aux entrepreneurs, la machine d'Anzin consomme, en vingt-quatre heures de travail consécutif, vingt mesures de charbon du poids de 230 livres chacune, ce qui fait au total 4600 livres poids de marc: d'où l'on voit qu'en partant du produit de la machine, à 140 poncees des fontainiers, la consommation du charbon pour chaque ponce d'eau est de près de 33 livres pour les vingt-quatre heures, M. Lavoisier, dont le mémoire nous fournit cet article, celui de Montrelay & celui d'Anzin, observe qu'en réduisant au moins à douze coups par minute le nombre des impulsions, qu'il étoit exagéré à quinze, cette correction porte environ à 31 livres & demie en vingt-quatre heures la quantité de charbon de terre nécessaire pour élever chaque ponce d'eau à une hauteur de 110 pieds.

793. EN 1742, lorsque je visitais, uniquement en voyageur, la machine de Fresnes, il me fut dit que, pour échauffer la chaudière pendant vingt-quatre heures, il fallait cinq mille livres pesant de charbon. Cela ne s'éloigne pas absolument de la consommation indiquée par M. Bélidor, de deux muids de charbon de terre, chacun contenant environ 14 pieds cubes; ce qui, selon M. Lavoisier, à raison de 64 livres le pied cube, ne donnerait pour chaque ponce que 8 livres de consommation, c'est-à-dire, environ le quart des machines de Bois-Boffu & d'Anzin, & le cinquième de celle de Montrelay. M. Lavoisier présume à ce sujet qu'il s'est glissé quelque erreur dans la contenance du muid, & que M. Bélidor a peut-être négligé d'avoir égard à la différence d'une mesure rase à une mesure comble. La machine dont M. le comte d'Hérrouville se sert à

(a) Le portoir de 135 livres.

Moërs, près Dunkerque, ne dépense, en vingt-quatre heures, que 12 rasieres de charbon qui pèsent ensemble un peu moins de 6000 livres, quoiqu'elle ait 39 pouces 4 lignes de diamètre.

794. D'APRÈS les mémoires imprimés pour M. le marquis de Cernay, dans son affaire avec M. le vicomte des Androuins, on ne peut porter à plus de 25000 livres la totalité de la consommation annuelle (en charbon & autres frais de réparation) d'une machine à feu qui élèvera 600 pouces d'eau. La dépense de ces machines, avec les changemens que M. Dauxiron a proposés pour donner de l'eau sans interruption à la ville de Paris, ne monterait, selon lui, qu'à 80 ou 100 mille livres par an pour la partie de consommation. Le moyen proposé par l'auteur de ce projet pour augmenter la quantité de vapeur & diminuer la consommation du combustible, trouve ici sa vraie place; nous croyons utile de le faire connaître, pour qu'on puisse en juger.

Moyens d'économiser le combustible dans le fourneau des machines à feu, en diminuant la fumée; & d'augmenter la quantité de vapeurs dans l'alambic.

795. " Au lieu de se contenter de mettre du feu sous l'alambic, & de bâtir une cheminée à côté, pour que l'air qui entre par une ouverture carrée de deux pieds de côté, pratiquée sur le devant, y emporte le feu, il faut descendre les parois de l'alambic jusqu'à l'entablement du foyer; (on peut donner à l'alambic telle forme que l'on veut, en le faisant de pieces de fer soudées, comme on en fait en Angleterre) de sorte que le feu soit comme au centre de l'alambic, au lieu d'être dessous; puis fermant l'ouverture de devant par une piece mobile pour pouvoir jeter le combustible, il ne faut donner au feu pour cheminée qu'un tuyau qui monte en spirale à travers de l'eau même dans l'intérieur de l'alambic. "

796. PAR ces changemens, l'auteur prétend que " le tuyau où la plus grande partie du feu se trouve réunie, n'agit que sur la partie de l'eau qui environne sa surface; que le feu agit sur plus de points, l'alambic lui en présentant bien davantage; qu'il agit plus long-temps, agissant encore tout le long du tuyau après avoir frappé l'alambic; qu'il est resserré, n'ayant absolument qu'un tuyau spiral pour s'échapper. "

797. ENFIN il ajoute à la machine deux soufflets qui donnent au feu renfermé l'air nécessaire pour ne pas s'éteindre, & qui jouent plus ou moins fort; à volonté, lui donnent le degré d'activité qu'on veut. "

798. " CES soufflets tirent leurs mouvemens de l'arbre qui donne le mouvement aux pompes; on est maître de les arrêter tout-à-fait, & de les faire jouer aussi doucement que l'on veut (ce qui est important dans cette méthode) en les y adaptant de la manière suivante. Il attache les soufflets à

l'arbre qui fait mouvoir les pompes, chacun par une chaîne que l'arbre pût faire jouer sans les mouvoir ; quand on voudra les faire jouer, il n'y aura qu'à raccourcir cette chaîne ; on le fera en établissant entre deux coulisses un cylindre mobile auquel la chaîne sera fixée : en tournant le cylindre plus ou moins, on raccourcira la chaîne aussi plus ou moins ; & alors le cylindre & les soufflets étant tirés en-haut par le mouvement de l'arbre, joueront proportionnellement au raccourcissement de la chaîne. Comme il faut que les soufflets agissent en sens contraire, on fera agir un des soufflets par un renvoi (a). Les soufflets sont la principale cause de la diminution dans la consommation du bois ; il n'est pas d'autre moyen d'entretenir un petit feu, que de le soutenir par des soufflets ; sans eux, on serait obligé d'entretenir toujours un grand feu sous la chaudière ; sans les soufflets, on serait obligé de donner au feu de larges issues, comme on est dans l'usage de le faire ; & outre ce qui s'y en perdrait par ces issues, il n'y en monterait presque point par le tuyau spiral, où il a sa principale force. Afin d'empêcher que les forces qui agissent sur le cylindre ne le fassent tourner, au lieu de le mouvoir de haut en bas, on embarrera dedans un levier qui portera sur une cheville. Une autre économie du feu, c'est que l'eau qui sera dans l'alambic n'aura que deux pieds de hauteur moyenne, au lieu de quatre qu'elle a eus jusqu'ici dans toute sa capacité : c'est le préjugé le plus directement contraire à la vérité, que de croire que plus il y a d'eau dans un vase, moins il brûle. Cela ne serait tout au plus vrai qu'à feu égal ; mais lorsqu'il est question de faire évaporer une masse d'eau, & de donner à une grosse masse autant de chaleur qu'à une petite, il est évident que plus la masse sera grosse, & plus il faudra de feu, & plus à tous égards le vase doit se brûler, tant parce qu'il est choqué plus fortement, que parce qu'il y aura toujours plus de différence entre les degrés de chaleur des deux surfaces de son fond. Le feu peut encore brûler un vaisseau lorsque, s'étendant le long de ses côtés, il touche à des points que l'eau ne rafraîchit point : on voit ici que cela ne peut arriver ; ainsi l'alambic ne brûlera pas plus, brûlera même moins, avec peu d'eau qu'avec beaucoup.

Des machines pour élever les eaux & les charbons dans des feux & dans des caisses ; & des différentes puissances qu'on y applique.

799. Les machines employées à cet objet, sont en raison des puissances qu'on est obligé d'y appliquer ; ces dernières sont elles-mêmes en raison des charges à élever. Il est facile de juger que, s'il ne s'agit que des déblais ou

(a) Selon M. de Parcieuux, ces soufflets augmenteraient de beaucoup la consommation du bois, & détruiraient la machine en peu de tems : ce qui suit est la réponse à ces objections.

des premières eaux qui se rencontrent en fouillant une avallersse, ou de travailler une fosse de petit athour, les caisses ou paniers, ainsi que les seaux, sont d'une capacité moyenne & susceptibles la plupart du tems d'être amenés au jour par les machines les plus simples de l'espèce dont plusieurs ont été décrites à leur place. Dans le cours de l'exploitation d'une fosse de grand athour, on se débarrasse même des eaux pendant la nuit par tinnages, c'est-à-dire, par des seaux, qui alors sont d'une grandeur un peu considérable, & à l'aide de machines qui commencent à s'éloigner des machines simples. (a) Enfin, pour les charges considérables, telles que celles qui proviennent d'une fosse de grand athour, & telles qu'on en amène au jour dans quelques mines, les machines ne peuvent être que plus ou moins composées & mises en action par une force proportionnée; cette force ne peut se trouver que dans l'homme ou dans les animaux. Que ce soit l'un ou l'autre de ces deux agens que l'on mette en œuvre pour mouvoir les machines, on doit connaître très-exactement la force dont celui que l'on emploie est capable relativement aux résistances qu'il est obligé de vaincre: sans cela, on s'expose au désagrément de construire une machine dispendieuse, qui ne marchera pas, ou qui aura un effet très-inférieur à celui qu'on attendait.

800. Les recherches par lesquelles on s'est proposé de connaître les agens animaux, relativement à leur puissance; donnent pour résultats que le travail d'un homme est la moitié de celui d'un âne, la septième partie de celui d'un cheval, &c. Ainsi, toutes les fois que les circonstances le permettent, on doit employer, pour mouvoir une machine, l'âne, le cheval, préféablement à l'homme. Il est beaucoup de cas où l'homme a de l'avantage, tant dans son intelligence, que pour se procurer des machines plus simples, & conséquemment moins sujettes au frottement ou aux autres résistances, qui absorbent en pure perte une partie de la force mouvante dans ces machines; on doit sur-tout s'attacher à proportionner tellement les bras de levier,

(a) Il semble naturel de croire que le tems de la nuit, où les ouvrages sont interrompus, n'est employé à cet épuisement que pour ne point gêner les travaux qui se font de jour. M. le chevalier de Delomieu, officier au régiment des Carabiniers, a avancé sur cela une opinion particulière, qu'il a publiée par la voie du *Journal de physique* de M. l'abbé Rozier, juillet 1771, tome VI. Nous inferons ici cette réflexion, en invitant les physiciens à constater le fait avant de l'expliquer. " On a observé constamment dans les mines, entr'autres

" dans les mines de charbon de Montrelay,
 " de plomb à Pontpéan, & autres mines de
 " Bretagne, que les eaux & sources souterraines
 " sont plus abondantes & plus fortes la nuit que le jour;
 " c'est-à-dire, une quantité quelconque de seaux d'eau tirée pendant le jour, faisant baisser l'eau des fonds d'un ou deux pieds, la même quantité tirée pendant la nuit, la fera baisser au plus de quelques pouces, & encore le plus souvent ne suffira que pour la retenir à son niveau. "

que les hommes ne prennent pas une trop grande vitesse, si l'on veut tirer tout le parti possible de leurs forces. Ces forces sont encore différentes, selon qu'elles sont disposées d'une manière ou d'une autre. Ainsi, en connaissant leur effet en général dans la construction la plus simple d'une machine, on doit considérer en particulier ces forces relativement à leur disposition dans les machines petites ou grandes, simples ou composées.

Examen de la force des hommes ou des chevaux, pour faire agir des machines.

Des hommes appliqués aux machines à élever.

801. M. l'abbé Bossut, dans ses *Elémens de mécanique*, en examinant l'action dont un homme est capable, estime avec M. Bernoulli, qu'on pourrait donner pour tâche à un homme d'élever 120 livres à un pied de hauteur à chaque seconde de travail. Si l'on applique un homme à une manivelle d'un treuil ordinaire, l'expérience apprend qu'il peut agir pendant huit heures, & faire faire à la manivelle trente tours par minute, en supposant, 1°. que le rayon du cylindre & celui de la manivelle sont égaux, & chacun de 14 pouces; 2°. que le poids appliqué à la surface du treuil est de 25 livres. Le principal point de cette machine est, que la grosseur de l'effieu soit proportionnée à la longueur du levier, en sorte que deux hommes puissent y travailler pendant assez long-temps sans se fatiguer. Il faut encore que les leviers & les pièces qui portent le vindas soient proportionnés à la hauteur d'un homme.

802. LA grue, qui est un composé du treuil & de la poulie, entre aussi parmi les machines employées dans les travaux de mines. Il n'y a point de règles déterminées pour la construction de cette machine; c'est, autant qu'il est possible, selon l'usage qu'on veut en faire, & principalement selon le poids que l'on veut enlever: ce qui en fait varier la construction quant à la disposition de ses parties, dont les principales sont le pied, le bec ou le rancher, & les poulies. En appliquant à la grue ce qui a été dit du treuil & des poulies, on connaîtra l'effet & la force de cette machine.

803. LA différence du produit résultant de la force des hommes & des chevaux, appliquée à une grande machine, est très-remarquable. Les Anglais qui ont comparé ensemble ces deux forces, ont reconnu que, pour tirer, cinq, six ou sept travailleurs sont égaux en force à un cheval, & peuvent avec la même facilité pousser en rond le levier horizontal dans un trottoir de 40 pieds; mais trois des mêmes hommes pousseront circulairement dans un trottoir de 19 pieds, un levier qui ne pourra pas être tiré par un cheval, d'ailleurs égal à cinq hommes (a). Les calculs du docteur Désaguliers peuvent

(a) Les Français supposent toujours un cheval égal à sept hommes: le docteur Désaguliers adopte cette évaluation. Il est à propos d'observer en passant que les expériences

servir de guides dans les observations relatives à ce point de mécanique pratique : voici le passage de son ouvrage, tome I, leçon IV.

804. " *LORSQU'UN* homme fait tourner un rouleau horizontal ou un vindas
 " avec une manivelle, ou autre manivelle, il n'a pas plus de 30 livres pesant
 " qui agissent contre lui, s'il travaille dix heures par jour, & s'il élève le
 " poids à environ trois pieds & demi dans une seconde, ce qui est la vitesse ordi-
 " naire avec laquelle un cheval tire un poids: je dis 30 livres, en suppo-
 " sant le diamètre du centre au coude de la manivelle; car s'il y a, comme
 " à l'ordinaire, quelque avantage mécanique, enforte que le diamètre de l'ar-
 " bre sur lequel la corde est entortillée soit quatre ou cinq fois moindre que
 " le diamètre du cercle que la main décrit, alors le poids sera, en y compre-
 " nant la résistance qui vient du frottement & de la roideur de la corde,
 " quatre ou cinq fois plus grand que 30 livres, c'est-à-dire, autant que le
 " poids se meut plus lentement que la main. Dans cette opération, la force
 " d'un homme varie dans chaque partie du cercle que la manivelle décrit;
 " la plus grande force est, lorsqu'un homme tire la manivelle en-haut, d'en-
 " viron la hauteur de ses genoux; & la moindre force est lorsque, la mani-
 " velle étant au plus haut, un homme la pousse horizontalement contre lui.
 " Ensuite l'effet devient plus grand à mesure que l'homme agit par tout
 " son poids pour passer en-bas la manivelle; mais cette action ne peut pas
 " être aussi grande que lorsqu'un homme tire en-haut, parce qu'il ne peut
 " pas y appliquer au-delà du poids de son corps; au lieu qu'en tirant en-bas,
 " il agit avec toute sa force. Enfin l'homme n'a que très-peu de force, lorsqu'il
 " tire vers lui horizontalement la manivelle arrivée au point le plus bas.
 " Si deux hommes travaillent à l'extrémité d'un rouleau ou d'un vindas,
 " pour tirer des charbons ou des pierres d'une mine, ou pour tirer de l'eau
 " d'un puits, il leur est plus aisé de tirer en-haut 70 livres (en supposant
 " toujours que le poids & la puissance ont des vitesses égales) qu'à un homme
 " d'en tirer 30 livres, pourvu que le coude de l'un des manches soit à angles
 " droits avec l'autre; car alors un homme agira au point le plus fort, tandis
 " que l'autre agira au point faible de sa révolution; & par ce moyen les deux
 " hommes se soulageront mutuellement & successivement. La manière ordi-
 " naire est de placer les manches à l'opposite l'un de l'autre: ce qui ne peut
 " pas donner l'avantage dont on vient de parler, quoiqu'on gagne même dans
 " cette position un peu de force, parce qu'un homme tirant pendant que
 " l'autre pousse, travaille au plus fort des deux points faibles, pendant que
 " l'autre travaille au plus faible, ce qui l'aide un peu. Il est vrai qu'il y a un
 " moyen de faire enforte qu'un homme travaille un tiers de plus avec un vif-
 " qui se trouvent sur ce sujet dans le *Cours de physique expérimentale* de ce savant, ne
 " sont pas toutes également précises.

das,

„ das, lorsque le mouvement est fort rapide, comme d'environ 4 ou 5 pieds par seconde, & c'est par l'application d'un volant (a), ou plutôt, ce qui vaut beaucoup mieux, par le moyen d'une roue pèlante à angle droit sur l'essieu du vindas ou du rouleau; par ce moyen la force de la puissance que l'homme aurait perdue, se conserve dans le volant, & se distribue également dans toutes les parties de la révolution : en sorte que pendant quelque tems, un homme peut agir avec la force de 80 livres, c'est-à-dire, surmonter une résistance continuelle de 80 livres, & travailler tout un jour lorsque la résistance n'est que de 40 livres. „

804. M. CAMUS (b) a proposé, pour tirer d'un puits de profondeur ou d'une carrière ou d'une mine, de l'eau & des pierres, une machine dans laquelle il a imité ingénieusement le mécanisme des fusées de montre.

Machine qui agit par un seul homme, proposée par M. Camus.

805. CETTE machine est composée de deux bobines (a) coniques & égales qui ont le même axe horizontal, & qui sont adossées par leurs plus grandes bases. Deux cordes qui se roulent en sens contraires sur ces bobines, soutiennent deux seaux, dont l'un monte pendant que l'autre descend; chaque seau, lorsqu'il est prêt à se vider ou qu'il vient immédiatement d'être vidé, est appliqué au plus petit rayon de sa bobine. La machine est mue par un homme qui marche dans la roue, & qui changeant alternativement la direction de son mouvement, se trouve toujours placé du côté du seau qui descend. On voit que les poids des cordes étant nécessairement assez considérables, doivent entrer en ligne de compte dans le calcul de la machine, & que la figure rigoureuse de chaque bobine devrait être telle que, dans une position indéterminée des deux seaux, il y eût équilibre, sans que le poids de l'homme cessât d'agir exactement suivant la même ligne verticale : il s'en faut très-peu de chose que cette condition ne soit remplie lorsque les deux bobines ont la forme de cônes tronqués : ainsi cette figure, qui est d'ailleurs la plus commode à exécuter, peut être employée dans la pratique sans craindre d'erreur sensible.

806. M. l'abbé BOSSUT, en faisant cette remarque, l'a accompagnée d'une

(a) En terme de meûnier un volant désigne deux pièces de bois qui sont attachées en forme de croix à l'arbre du tournant, mises au-dehors de la cage du moulin à vent, & qui étant garnies d'échelons & vêtues de toile, tournent lorsque les ailes sont étendues, & qu'il vente assez pour les faire aller : on les appelle aussi volées & ailes

de moulin.

(b) Mémoires de l'académie, en 1739. Cours de mathématiques, tome IV, p. 163.

(c) Bobine en général, est un cylindre de bois, qui a plus ou moins de diamètre & de longueur, & qui est percé sur toute sa longueur d'un petit trou dans lequel on fait passer une broche qui sert d'axe.

Tome XVII.

B b b

théorie générale, pour mettre en état de construire les deux cônes tronqués, en connaissant le grand & le petit rayon que doit avoir chaque bobine, & leur hauteur ou leur côté: son calcul donne pour le bras de levier du poids de l'homme, la sixième partie du rayon de la roue. Il finit par observer que la hauteur d'un homme pouvant être d'environ cinq pieds & demi, on doit donner au moins 6 pieds de rayon à la roue, afin que l'homme en marchant ne se heurte pas la tête contre l'arbre de la roue, qui peut avoir environ un pied de diamètre. Il a soin d'avertir que le poids d'un homme ordinaire est d'environ 150 livres; qu'un pied cube d'eau douce pèse 70 livres à très-peu près (a); qu'une corde d'un pouce de diamètre pèse environ 2 livres sur 6 pieds de longueur.

807. Nous finirons par une observation importante de M. l'abbé Boffut. Cette machine occupant nécessairement une place assez considérable, & exigeant, pour pouvoir être employée, que le diamètre du puits soit plus grand que le double de la longueur d'une bobine, plus le diamètre d'un seau garni de son armure, il est un moyen d'y suppléer, lorsque la chose ne peut avoir lieu, c'est-à-dire, que l'ouverture du puits est proportionnellement trop petite. Au lieu de deux bobines coniques, on peut employer deux bobines cylindriques, sur lesquelles les cordes font plusieurs tours concentriques les uns sur les autres; ces bobines occupent évidemment moins de largeur que les bobines coniques, puisqu'on est maître de ne donner aux premières que la longueur simplement requise pour que les seaux ne se rencontrent pas, & ne se gênent point dans leurs mouvemens.

De la force des chevaux appliquée à élever les eaux ou les charbons au jour.

808. POUR élever un seau de 150 pieds de profondeur, un cheval emploie huit minutes, compris le tems de la charge & décharge; & au lieu de 1800 toises par heure qu'il devrait parcourir dans le travail le plus ordinaire, il n'en parcourt que 1056, & ne fait l'extraction que d'environ 80 pieds cubes d'eau (b) ou 10 muids par heure. Ce qu'un cheval peut tirer en-haut du fond d'un puits, sur une poulie simple ou sur un rouleau fait de manière que le frottement soit le moindre possible, est proprement le poids qu'un cheval peut tirer. On estime que dans les travaux ordinaires, un cheval ne peut tirer que 246 livres: quand il agit avec toute sa force, il ne lui est pas possible de tirer plus du double de ce poids; d'où l'on peut évaluer à environ 200 livres le poids que deux chevaux l'un dans l'autre peuvent tirer de

(a) Chaque pied cube contenant 36 pintes mesurées juste, faisant un huitième du muid de Paris.

(b) Pesant 70 livres: le pied cylindrique

pèse 55 livres; un cylindre d'eau qui a un pied de diamètre & un pied de hauteur, pèse six onces & un gros, à fort peu de chose près.

la maniere doit il s'agit, en travaillant huit heures pour jour, & faisant à peu pres deux milles & demi par heure, c'est-à-dire, environ trois pieds & demi par seconde. Cette force d'un cheval, que l'on regarde en général plus propre pour pousser en-avant, est prodigieusement augmentée dans les grandes machines à moulette, connues dans quelques endroits de France sous le nom de *baritel*, *baritel à chevaux*, pour les distinguer du *baritel à eau* (a). Par ce que nous avons dit du nombre de traits de charbon que l'on estime à Liege être enlevés par jour d'un puits de mine, du poids de 4000 livres chaque, il est aisé de supputer la charge énorme de l'enlèvement total auquel on parvient en six heures de travail avec huit chevaux. On entendra facilement cette estimation, en se représentant cet enlèvement tel qu'il a été décrit à l'article de l'exploitation au pays de Liege. Au poids de quatre mille livres, résultant de 40 traits, il faut ajouter celui des chaines, qui est de 35 livres par toise, faisant, pour 50 toises de profondeur, 1750 livres, non compris encore le poids inconnu du *couffade* & du *vay*, tiré du fond de la vallée, pendant que le couffade, dont il est moitié, monte dans le bure. Cela supposerait que l'extraction peut aller par jour, c'est-à-dire dans l'espace de douze heures de travail, en comptant cinquante traits de 2500 livres chacun, à 125000, 2600 à 130000, & de 3000 à 150000; & en comptant 80 traits du poids ci-dessus, on tirerait pour le premier, par douze heures, 200000, pour le second 208000, & pour le troisieme 240000. En ne supposant l'extraction par jour, c'est-à-dire, en douze heures, qu'à 40 traits, elle produirait, savoir :

à 25000, chaque trait	100000
2600	104000
3000	120000

En supposant 80 traits par 24 heures,

à 2500 rapporteraient	200000
2600	208000
3000	240000 (b)

709. DANS la mine de Carron, on économise un cheval, au moyen d'une machine à moulette, dont voici la description. A l'embouchure du puits est fixée une potence (c) tournante, avec une corde qui enveloppe un treuil.

(a) Cette machine à eau, inconnue en France, & employée à Altemberg, margraviat de Misnie, est décrite & gravée dans l'ouvrage de l'académie de Freyberg, sous le nom de *wasser-guepel*, *kehrade*, machine à eau, machine à roue.

(b) On doit observer que le poids de cette charge change, lorsque le couffade montant & le couffade descendant se ren-

contrent à la même hauteur dans le puits.

(c) En charpenterie, c'est une piece de bois debout, comme un pointal, couverte d'un chapeau ou d'une femelle par-devant, avec un ou deux liens en contre-fiches, qui sert pour soulager une poutre d'une trop longue portée, ou pour en soutenir une qui est éclatée.

Cette corde passant sur une poulie de renvoi à l'extrémité de la potence, laisse pendre directement dans le puits un crochet de fer; de sorte que, quand la caisse qui apporte du charbon est en-haut, on l'accroche à la corde, & on défait le crochet du cable de la machine à moullette, auquel on accroche une autre caisse vide; la caisse pleine se trouve ainsi suspendue à la potence que l'on tourne de côté: on ouvre le fond de cette caisse, & le charbon tombe dans la place qui lui est destinée; on referme le fond, on tourne la potence pour remettre la caisse sur le bord du puits, en attendant que celle qui monte soit arrivée. Cette machine a le mérite de ne demander que deux chevaux pour son service.

810. PARMi les machines les plus composées, la plus remarquable, sans contredit, est celle dont nous avons donné l'explication sommaire, avec une *planche* cotée *XVI*, n°. 2, dont nous sommes redevables au célèbre M. Franklin.

Machine à moullette d'une nouvelle invention, avec laquelle on enlève le charbon de la mine de Walker, aux environs de Newcastle.

811. IL est à observer que les paniers de charbon appartiennent à cette machine. Ils enlèvent jusqu'à six quintaux, & l'on ne peut se servir de plus grands paniers, attendu la difficulté & même l'impossibilité qu'il y aurait de les charrier dans l'intérieur de la mine. Ce panier se remplit chaque fois à l'endroit même du travail, & est traîné au chargeage, d'où il est enlevé à l'œil du bure: là un ouvrier le détache pour le mettre sur le petit traineau; aussitôt il accroche à sa place un autre panier vide, afin de perdre moins de tems: le panier chargé est traîné par un cheval à une distance de 3 ou 4 toises du puits, où l'ouvrier le verse sur le tas.

812. CETTE machine diffère de celles appelées à moullette, en ce qu'elle est composée d'un grand rouet horizontal, consistant en différentes portions de cercles armés de dents, le tout en fer coulé, & réunis ensemble pour former le rouet. Les dents engrenent dans une *lanterne* (a), qui n'est autre chose que le tambour de la machine: au bas & autour de cette lanterne sont des fuseaux en fer forgé, de 6 à 7 pouces de hauteur seulement: quoique le diamètre du tambour soit assez grand, il l'est pourtant moins que celui du rouet; au-dessus du rouet, il y a quatre bras de leviers, à chacun desquels sont attachés deux chevaux.

812. NOUS avons fait remarquer l'art avec lequel il paraît qu'on s'est occupé dans cette machine de sauver les frottemens, & de concilier la vitesse:

(a) Espèce de pignon, ayant la forme d'un cylindre à jour, & où les fuseaux sont placés entre deux disques.

feu M. Jars, qui a visité cette machine, & qui en donne la construction sommaire que je viens de rappeler, trouve qu'elle présente des inconvéniens dans l'augmentation des frottemens, quoique d'ailleurs il reconnaisse qu'elle est faite avec beaucoup de soin & de précision, & qu'on y a réussi à augmenter la vitesse, puisqu'en deux minutes on enlève de cent toises de profondeur un panier de charbon chargé seulement de six quintaux; mais comme cet enlèvement est le produit de huit chevaux qu'on y emploie toujours, & qu'on fait aller au grand trot, il ne paraît pas bien démontré à M. Jars que le but qu'on s'est proposé soit rempli complètement. Cet académicien prétend encore qu'il y aurait à examiner si, au lieu de remplir ces paniers à l'endroit du travail, on ne ferait pas mieux de les remplir au fond du puits, & si on ne regagnerait pas cette double manœuvre par la grandeur des seaux ou paniers qu'on élèverait par la machine; il ajoute qu'une machine faite avec un très-grand tambour, tiendrait lieu de celle qui est faite avec rouet & lanterne, & qu'elle aurait moins de frottemens à vaincre. Nous nous contentons d'exposer ici les réflexions présentées par l'auteur des *Voyages métallurgiques*; elles portent sur un point en général très-difficileux, je veux dire la plus grande perfection des machines composées de roues dentées, dans lesquelles on ne peut compter sur une précision parfaite, & où il faut, pour ainsi dire, que le pignon & la roue ne fassent simplement que se toucher. Le directeur de mines ne peut trop, en conséquence, étudier leur construction. M. Camus, dans son *Cours de mathématiques*, (a) s'est attaché à déterminer la meilleure figure qu'on peut donner aux dents des roues plates & de champ, les diamètres que deux roues qui engrenent ensemble doivent avoir, relativement au nombre de leurs dents, & la quantité de leur engrenage. Cette partie de ce traité renferme sur les pignons de 7, 8, 9 & 10 ailes (b), des observations particulières, qui rendent plus facile & plus utile l'application de la théorie de l'auteur.

Du manège ou troittoir en général, appelé par les houilleurs Liégeois, le pas du bur.

814. UN article sur lequel des observations de détail ne font pas, à beaucoup près, indifférentes, c'est l'étendue à donner à l'aire que doit parcourir un

(a) Tome II. *Elémens de mécanique statique*, liv. X & XI.

(b) Dans les grandes machines les dents des pignons sont appelées *ailes*, quand elles sont d'une même pièce avec le corps du pignon, comme on nomme en terme de

rivière *alluchons* les dents qui sont chacune d'une pièce rapportée, & *suseaux* quand elles sont des cylindres assemblés dans des tourteaux, & qu'elles composent une lanterne.

cheval attelé à ces machines. " Le plus ou moins de force qu'y acquierent les
 " chevaux, est sans contredit attaché à l'espace qu'on donne au manège, qui
 " doit être assez large en diamètre : autrement le cheval ne pourra point agir
 " avec toute sa force en tournant ; car dans un petit cercle la tangente dans la-
 " quelle le cheval doit tirer, s'écarte plus du cercle où le cheval est obligé de
 " marcher, qu'elle ne fait dans un grand cercle. " Le docteur Défaguliers,
 dans son *Cours de physique expérimentale* (a), observe & démontre savamment
 cette proposition qui sert de base aux règles à observer sur ce point. Nous
 croyons devoir rapporter ici en entier tout ce qu'en dit cet illustre physicien.

815. " POUR bien faire, ce trottoir ne doit pas avoir moins de 40 pieds de
 " diamètre, quand il y a assez de place pour cela ; & ordinairement ce n'est
 " point ce qui manque dans les établissemens de machines pour les mines.
 " Dans un petit trottoir, comme on en fait quelquefois lorsqu'on est gêné
 " par la place, le même cheval perd considérablement de sa force, parce
 " qu'il tire dans une corde du cercle tirant la poutre horizontale derrière lui
 " à angles aigus ; tellement que dans un trottoir de 19 pieds de diamètre,
 " j'ai vu, dit l'auteur, un cheval qui perdait deux cinquièmes de la force
 " qu'il avait dans un trottoir de 40 pieds de diamètre (b). Dans la plupart des
 " grandes villes, où l'on a besoin de ces trottoirs, les charpentiers de mou-
 " lins n'aiment point à faire de grands trottoirs, même quand ils ont de la
 " place, parce qu'ordinairement le terrain est précieux dans les endroits où
 " l'on est obligé de s'établir ; & l'on est accoutumé à faire les barres à tourner
 " pour de petits trottoirs, en imaginant qu'il suffit de donner la même vitesse
 " proportionnelle à la puissance & au poids que l'on donne dans les plus
 " grands trottoirs, (parce que si la grande roue (c) est d'un diamètre si petit
 " que le cheval tire près du centre, la difficulté de tirer, si ce n'était pour
 " l'entortillement du cheval, serait toujours la même) ne faisant pas réflexion
 " à l'effort que l'on fait faire au cheval ; ou lorsqu'ils ont trouvé par expé-
 " rience combien un cheval peut tirer aisément, & quels sont les désavanta-
 " ges qui résultent d'un tournoiement subit, ils ne veulent pas profiter de
 " l'avantage que leur donnerait un plus grand espace, en éloignant cette diffi-

(a) Leçon IV.

(b) Dans les carrières d'ardoise en An-
 jou, on donne ordinairement 24 pieds de
 diamètre au manège.

(c) Le traducteur de l'ouvrage a rendu
 d'une manière que nous n'avons pu adopter,
 quoiqu'elle l'ait été par les rédacteurs de
 l'Encyclopédie, où se trouve ce fragment,
 le mot *cogitwheel*, qui en anglais signifie,
 lorsqu'on parle de machines, toute espèce

de roue armée de pointes ou de dents, nom-
 mées *alluchons*. La partie supérieure des
 roues dont on se sert dans les ardoiseries
 d'Anjou pour élever les eaux & les ardoises
 au jour, est garnie de ces alluchons per-
 pendiculaires au plan de la roue qui est ho-
 rizontale. Nous avons aussi rendu le mot
 anglais *geer* par l'expression *barres à tour-
 ner*, qui convient davantage que celle em-
 ployée dans la traduction française.

„ culté , parce qu'ils tiennent à la méthode à laquelle ils sont habitués : mais
 „ les charpentiers de moulins , qui ont travaillé aux mines de charbon de
 „ pierre , sont plus intelligens en cette matiere , ayant été accoutumés à de
 „ grands trottoirs pour les chevaux dans les mines. „

ARTICLE III.

Ideé générale des différentes manieres de se servir du charbon de terre pour les arts & pour les usages domestiques ; & exposition raisonnée de celles qui sont les plus importantes.

1. **L**es travaux dispendieux , pénibles & continus , auxquels on ne fait pas difficulté de se livrer pour exploiter en grand une carrière ou mine de charbon de terre , ne laissent aucun doute sur l'utilité de ce fossile : ses avantages sont prouvés de reste , quand on vient à se représenter la multitude de personnes auxquelles il fournit , en différens genres , matiere à occupation , depuis le premier instant qu'on en soupçonne la présence dans un endroit , jusqu'au moment où l'on va le chercher à des profondeurs considérables. Ce fossile ne fait pas seulement l'occupation du propriétaire , de l'entrepreneur de la mine , des ouvriers qui le détachent des entrailles de la terre , ou de ceux qui l'emploient comme combustible : réduite , par l'ignition , en corps ou masse , calcinée en cendres , en suie , la houille n'est pas encore une matiere de rebut , entièrement dépourvue d'utilités ; plusieurs arts tirent parti de ses différens résidus. Tandis que le physicien médite sur les travaux connus auxquels la houille donne lieu , pour éclaircir les artistes & perfectionner leur main-d'œuvre , l'homme de commerce ou de finance les soumet à ses calculs , le politique à ses spéculations ; l'homme d'état & le souverain mettent à profit leurs spéculations réunies : l'exploitation & l'exportation du fossile sont favorisées ; les efforts que fait l'industrie pour appliquer le feu de ce fossile à différentes opérations des arts , sont encouragés. Voyez la préface.

2. **T**ELLES sont les faces multipliées sous lesquelles le charbon de terre se prête à des recherches de différens genres , tant spéculatives que pratiques. Parmi les arts auxquels ce fossile fournit une ressource , le plus noble de tous , la médecine , sœur de la philosophie , qui a sous sa sauve-garde l'humanité entiere , considère à sa maniere ce fossile ou ses mines , & cette maniere n'est ni la moins variée ni la moins digne d'attention ; tantôt seule & tantôt aidée par la chymie , elle embrasse tout à la fois l'histoire naturelle , physique &

médicinale, tant du charbon de terre que de ses mines; elle s'étend encore sur ce que l'on pourrait appeler la médecine préservative & curative des ouvriers de mines. En effet, la nature des évaporations du charbon de terre dans les galeries, reconnue par les recherches du médecin physicien, exempte de cette qualité dangereuse & mal-saïfante particulière aux autres sortes de mines, devient un sujet de consolation & d'encouragement pour le houilleur déjà enhardi, ou par sa propre expérience, ou par l'exemple qu'il a sous ses yeux, des autres ouvriers qu'il voit s'adonner aux mêmes travaux souterrains. Le même houilleur est-il considéré dans ses ateliers, exposé aux inconvéniens de l'humidité, du défaut d'air, du feu, des inondations? Ces dangers ont été l'objet de l'attention bienveillante de plusieurs hommes célèbres. Agricola, Ramazzini, Henckel, Lehmann, ont pris soin en particulier de pourvoir à la sûreté des ouvriers de mines. La médecine moderne n'y veillera pas avec moins d'avantage, en perfectionnant les méthodes déjà pratiquées de secourir efficacement les houilleurs suffoqués ou noyés dans les mines. S'agit-il des hommes rassemblés en société dans l'enceinte des villes, & qui, par la suite des tems, feraient dans le cas d'user du charbon de terre pour le chauffage? La médecine, à qui appartient la connaissance des choses salubres ou nuisibles, rassure les nations contre les préjugés défavorables à ce feu. Les Hoffmann, & d'autres praticiens dignes de toute confiance, n'hésitent pas à prononcer que la fumée de ce chauffage est propre à soulager les phthisiques, les scorbutiques, & peut même être utile dans la rougeole, &c. Enfin la voie d'analyse, de distillation, de dissolution, de décomposition, ou autres, adoptée ou employée par la chimie pour découvrir la texture & la nature, soit du charbon de terre, soit des couches qui l'avvoisinent, décele dans ces substances des principes médicamenteux; rien ne serait si facile que de les approprier, suivant l'exigence des cas, à la conservation du houilleur qui se voue à passer une partie de sa vie dans l'obscurité, à la conservation de l'ouvrier qui emploie ce combustible, à celle de l'agriculteur, des artistes qui en tirent avantage, du commerçant, du financier, du politique, de l'homme d'état, du philosophe.

3. Le charbon de terre en nature peut lui-même servir à imiter plusieurs remèdes de conséquence qu'il faudrait aller souvent chercher au loin. Cette circonstance mérite grande attention, puisque par-tout où il y a le moindre ouvrier en fer, ou est sûr de trouver aussi du charbon de terre. Ces différens points de vue utiles, sous lesquels ce fossile se présente, sont tracés assez en détail dans le courant de notre ouvrage: il ne nous reste, en le terminant, qu'à rapprocher dans ce dernier article sous un coup-d'œil général les usages variés auxquels s'applique le charbon de terre, & éclaircir par une théorie pratique, comme nous avons fait pour l'exploitation, quelques-unes

ques-unes des méthodes employées pour des usages essentiels : voici l'ordre dans lequel nous parcourrons les différents arts qui font entrer pour quelque chose dans leurs opérations, ou le charbon de terre, ou quelque partie qui en résulte.

4. LA santé étant le premier de tous les biens, qui seul donne la facilité de cultiver les arts ; les usages médicaux du charbon de terre, pour établir la santé, doivent tenir la première place dans notre récapitulation.

5. AUCUN art, après la médecine, n'est plus utile, n'a plus d'étendue, & ne touche l'homme de plus près, que celui qui s'occupe de la fertilité de la terre, qui bonifie nos moissons, qui pourvoit à notre subsistance, &c. Pour augmenter cette fécondité admirable & améliorer cette immense quantité de végétaux, dont les racines, les feuilles, les fleurs & les fruits fournissent à discrétion soit aux hommes, soit aux animaux, une variété de nourritures égales à la fantaisie des premiers & aux besoins des seconds, l'agriculture applique avec succès à l'amendement de certaines terres, les cendres de houille. Cet art noble par son objet, par sa première origine, par son premier maître, son premier inventeur, mérite aussi d'être mis à la tête des arts dans l'espece de revue qui va faire la matière de cette dernière section.

6. APRÈS avoir rappelé sommairement les différentes substances qui se retirent du charbon de terre, nous considérerons ce fossile dans les différents arts auxquels il est nécessaire comme combustible ou économique, ou plus avantageux pour leurs opérations. (a) Nous terminerons, en l'examinant de la manière la plus détaillée possible, comme combustible propre au chauffage ; nous discuterons les avantages de ce chauffage. Les préventions que l'on a dans plusieurs pays sur ce point, nous ont paru mériter d'être discutées en particulier : il ne tiendra pas à nous que la houille ne prenne dans l'idée des Français la place qu'elle mérite parmi les combustibles utiles.

(a) En 1772 les états de la province de Languedoc, où la difficulté de se procurer du bois à brûler peut se réparer par l'usage du charbon de terre, dont il y a plusieurs carrières dans cette province, ont demandé pendant leur assemblée un corps d'instructions sur l'emploi du charbon de terre, comme combustible propre à différents arts. Ces instructions ont fait le sujet d'un ouvrage publié en 1775, sous le titre : *Instructions sur l'usage de la houille, plus connue sous le nom impropre de charbon de terre, pour faire du feu, sur la manière de l'adapter à toutes sortes de*

feux, &c sur les avantages tant publics que privés qui résulteront de cet usage. L'auteur était M. Venel, qui avait été chargé de cette partie. La recherche des différents endroits de la province où il se trouve des mines de charbon, a été confiée à M. de Genfanne, qui vient de publier à ce sujet *l'Histoire naturelle de la province de Languedoc, partie minéralogique & géoponique, avec un règlement instructif sur la manière d'exploiter les mines de charbon de terre, composé de 46 articles, 1776, tome I.*

Tome XVII.

C c c

Propriétés médicinales du charbon de terre dans la mine même, & hors de la mine.

7. LES chymistes sont ceux, d'entre les physiciens, qui se sont le plus attachés à connaître la nature du charbon de terre; mais ce fossile est, de toutes les productions des trois regnes, celle qui présente plus de singularités & de difficultés à l'analyse. Les résultats des analyses de charbons de terre de plusieurs pays sont tous différens; quelques-uns de ces fossiles demanderaient, je crois, à être soumis à cet examen au sortir de la mine.

8. ON fait en gros, que les principes constitutifs du charbon de terre sont tous terreux, salins, bitumineux, &c. Il est certain que la médecine pratique n'en tire aucun service. M. Lieutaud, en observant qu'il est de peu d'usage dans l'art de guérir, ajoute : *Virtute tamen resolvente gaudet, & fausta admoveatur tumidis glandulis cervicis, caterarumque partium.* (a) Plusieurs recherches, sur-tout d'anciens auteurs, comme Libavius, Théophraste, Senacert, Frédéric Hoffmann le vieux, donnent aussi à préférer, selon l'observation de M. Kurella, (b) que loin d'être inutile & à mépriser dans l'art de la médecine, le charbon de terre peut au contraire fournir des remèdes assez avantageux pour mériter, dans quelques occasions, sur d'autres remèdes, la préférence, & peut-être une sorte de réputation lorsqu'on en aurait observé attentivement les effets. Ces différentes autorités, & ce qui est encore plus fort, l'intérêt général de l'humanité, sont des motifs bien suffisans pour réveiller l'attention des médecins : ceux en particulier auxquels le voisinage d'une mine de charbon de terre peut donner les facilités de soumettre à l'expérience des remèdes aussi simples ou aussi répandus, ne doivent point négliger ce moyen d'enrichir l'art de guérir : nous leur tracerons ici le chemin que nous leur indiquons, en commençant par considérer les mines de charbon de terre dans les avantages particuliers qu'on peut en retirer pour la santé, abstraction faite du fossile qu'elles produisent. (c)

9. ON a déjà eu occasion, dans la première partie de cet ouvrage, de faire voir que les exhalaisons de l'air naturel, des souterrains d'une houillère bien aérée, peuvent être respirées avec succès dans quelques affections de poitrine. On a vu aussi, dans la première partie, que les eaux qui se

(a) *Synopsis universæ praxeos-medica, nova edit. 1760, tome II, pag 1347.*

(b) *Secl. 19.*

(c) Les argilles même, si communes dans les couches de charbon de terre, ne sont pas inutiles à la médecine. En Hollande on emploie en cataplasme pour les rhumatismes le chou blanc bouilli dans un pot de terre avec de la terre à potier, &

suffisante quantité d'eau pour la détrempier, jusqu'à ce que le chou soit réduit en pulpe; du tout on fait un onguent qu'on applique un peu chaud sur la partie. J'ai souvent prescrit avec succès aux pauvres ce topique, indiqué par M. Chomel père, lequel avait connu à Paris plusieurs personnes qui avaient été guéries avec ce remède.

font jour à travers des mines de houille, s'impregnent des parties salines, grasses ou bitumineuses, onctueuses, minérales, & deviennent médicamenteuses; elles font même, ainsi que les eaux salées & les terres aluminées, regardées comme indices.

10. DE l'analyse faite par M. Monnet des eaux de la houillière de Littry en basse-Normandie, il résulte (a) que ces eaux contiennent de la sélénite (b), du sel de glauber (c), & l'union de l'acide vitriolique avec le fer dans l'état qu'on appelle *eau-mère*. (d) Le même chimiste, dans un autre ouvrage, (e) prétend que la terre qui enveloppe la mine de charbon de Littry, en basse-Normandie, n'est presque entièrement que la terre même du sel d'epsom, (f) mais combinée avec du soufre. Il dit que cette terre calcinée se convertit en sel d'epsom; que l'acide du soufre se combine alors avec elle, la dissout, & forme ce sel d'epsom. Après cette opération, il en a obtenu ce sel, au moyen du lavage & de la cristallisation, & l'a trouvé mêlé avec un peu d'alun.

11. DANS l'avant-dernière guerre, les Anglais attaqués de la dysenterie, & cantonnés dans le pays de Limbourg, avaient trouvé leur guérison dans la boisson de l'eau d'une fontaine de cette espèce, venant d'une houillière située derrière Argenteau sur la Meuse. La remarque qui en fut faite, détermina à faire garder la source par des sentinelles.

12. PLUSIEURS charbons lessivés à l'eau froide, donnent à l'évaporation une bonne quantité de vitriol de mars, bien cristallisé, assez semblable au vitriol verd du commerce. Les eaux imprégnées naturellement ou artificiellement de charbon de terre, laissent appercevoir en général les mêmes choses qui se remarquent toutes les fois qu'on dissout du vitriol martial : il se précipite au fond de la

(a) *Traité des eaux minérales, avec plusieurs mémoires de chimie, relatifs à ces objets.* Paris, 1768, in-12.

(b) En chimie on entend par ce nom un sel neutre produit par la combinaison de l'acide vitriolique & d'une terre calcaire, telle que la craie, la marne. Ce sel est en aiguilles très-déliées, & n'est plus ou presque plus soluble dans l'eau.

(c) Ce sel neutre en colonnes transparentes, facile à s'effleurir à l'air, & qui se fond aisément au feu, résulte de la combinaison de l'acide vitriolique avec la base du sel marin.

(d) On appelle ainsi en chimie une liqueur saline, inconcréscible, résultante des dissolutions de certains sels, & qui est le

résidu de ces dissolutions épuisées du sel principal par des évaporations & des cristallisations répétées : les eaux-mères les plus connues sont celles du nitre, du sel de mars, du vitriol, & celle du sel de seignette.

(e) *Hydrologie.*

(f) Sel vitriolique à base terreuse, qui est la même combinaison que le sel de glauber, excepté qu'au lieu de la base marine, c'est la terre dégagée de cette base qui est combinée avec l'acide vitriolique. Cet acide, le plus général, répandu dans notre atmosphère & dans le sein de la terre, domine dans la houille; étant en quelque manière plus acide que les autres, il possède à un plus haut degré les propriétés communes à tous les acides.

C c c ij

dissolution une terre jaunâtre, produite par la décomposition du fer qui est contenu dans ce sel, & qui est ce qu'on appelle *ocre factice*, qui acquiert par la calcination une couleur rouge assez vive, dont on fait le crayon rouge, & une couleur propre aux peintres.

13. Ces différentes observations de fait, toutes simples qu'elles sont, peuvent s'appliquer au charbon de terre, considéré dans le tems qu'il est voituré au loin par bateaux. Dans le cours d'un voyage, il éprouve successivement l'action des eaux du ciel, qui séjournent au fond du bateau, & la chaleur du soleil qui occasionne une sorte de digestion chimique artificielle. Ces charbons ainsi lessivés à l'eau de pluie, précipitent une assez grande abondance de la terre martiale, des sels, & de la graisse minérale, soit du bitume du fer attaché à la terre métallique jaune, soit du bitume du vitriol, où le feu est déjà très-divisé; cette eau présente par conséquent une eau minérale factice, que l'on pourrait encore rendre plus efficace, & convenable à plusieurs cas, en la coupant avec de l'eau de chaux, ou en y ajoutant, selon les circonstances, quelque sel neutre : les ouvriers de mines & les pauvres pourraient en faire usage, soit en bain, soit en boisson. Il ne serait question que de connaître par l'analyse les différentes combinaisons générales des principes qui s'y trouvent noyés dans des proportions vraisemblablement assez inégales. Ce travail, auquel nous invitons les personnes à portée de le suivre, enrichirait la médecine, & donnerait quelques nouvelles lumières sur la nature de la houille. Nous ferons connaître dans un instant d'autres manières de se procurer des eaux minérales factices avec le charbon de terre, lorsqu'on s'en est servi aux feux domestiques.

14. Les boues naturelles des eaux minérales de Saint-Amand en Flandres ont été jugées, par MM. Geoffroy & Boulduc, tenir leur vertu du bitume & de l'acide du charbon de terre. L'expérience a constaté l'efficacité des boues minérales artificielles, préparées avec ce fossile, pour les mêmes maladies dans lesquelles on emploie ordinairement comme dernière ressource les boues des fontaines de S. Amand (a). De semblables découvertes de moyens de guérir les malades, sans qu'ils soient obligés de se déplacer de chez eux, ne sauraient trop être connues; & leurs auteurs, ne cessant point d'être utiles après leur mort, ont un droit imprescriptible sur la reconnaissance de toute la postérité. Ces boues factices, dont l'idée & les premiers essais sont dus à mon père, sont aujourd'hui recommandées avec raison dans la pratique (b). M. Licotaud, dans le même ouvrage, en conseillant le charbon

(a) Les cas de faiblesse de membres, gonflemens de jointures, rétraction des tendons & des nerfs, à la suite des grandes blessures. Voyez les *Mémoires de l'acadé-*

mie royale de chirurgie, tome III, p. 6.

(b) En 1756, lorsque j'étais médecin des camps de la Hougue & de Cherbourg, le secrétaire d'état, ayant le département

de terre broyé & mêlé avec de l'huile de lin en confiance d'onguent, ajoute : *Luto thermarum minime cedit.*

15. USE des parties constituantes, principalement remarquable dans le charbon de terre, est sa partie grasse ou bitumineuse : selon quelques naturalistes, elle est de la nature des huiles végétales ; c'est aussi ce que donne à penser le nom *kedria*, donné par les Grecs à la poix minérale, appelée aussi *naphthe*, *asphalte*, &c. sans doute pour exprimer différents degrés de pureté. Quoi qu'il en soit, la présence du bitume dans ce fossile est évidente, ainsi que son rapport avec le pétrole. (a)

16. Les eaux factices ou naturelles, résultantes d'une imprégnation de charbon de terre bitumineux, feraient, avec une addition de sel marin, des bains très-efficaces, assez semblables à ceux d'eau de mer. Les anciens médecins employaient cette partie bitumineuse du lithanthrax, & lui attribuaient, lorsqu'elle était pure, les mêmes vertus qu'à l'huile de succin. M. Wolkman (b) remarque que ce fossile, distillé par la cornue, donne un esprit acide & une huile fumageante, laquelle rectifiée avec l'acide nitreux concentré, devient claire, subtile, & si agréable qu'elle surpasse l'odeur suave du succin & du musc : il ajoute qu'elle peut aller de pair pour la vertu & l'efficacité, avec le pétrole naturel. Stahl est d'avis que l'huile de charbon de terre, sur-tout lorsqu'elle est bien rectifiée, peut être substituée à l'huile de soufre minéral dans les maladies vénériennes. Suivant Bunting, elle n'est pas à mépriser pour les écoulements, les accès de goutte, & dans les douleurs invétérées. L'auteur d'un ouvrage connu soupçonne (c) que le soufre dissous dans cette huile rectifiée, fournirait un médicament que l'on pourrait appeler *baume universel, terrestre & minéral*. Glauber vante cette même huile pour dessécher les abcès, pour la teigne & pour les dartres écailleuses : il prétend qu'en projetant dans une cornue tubulée du salpêtre & du charbon de pierre, il en sort un esprit très-propre à mondifier & à réunir les plaies. M. Kurella a observé que, dans cette opération, il s'est fait une violente détonnation par la combustion du phlogistique : l'acide nitreux s'est détaché, & a passé dans un récipient où il avait mis de l'eau distillée, qui s'est trouvée avoir une saveur acide ; mais ce qui restait dans la cornue, n'était autre chose que l'alkali du nitre avec un peu de cendres du charbon, que quelques personnes prétendaient être un excellent remède pour l'asthme.

de la guerre, avait envoyé à tous les médecins des hôpitaux militaires établis sur les côtes, une lettre circulaire pour employer les boues artificielles.

(a) L'huile distillée de la pierre de Shropshire qui appartient aux couches de charbon de terre, est réputée pouvoir sup-

pléer pour les usages médicaux, au pissaphale, à l'huile de pétrole & à l'huile de térébenthine : on s'en est servi comme d'un calmant.

(b) *Silegia subterranea*, cap. XII.

(c) *Minéralogie de la montagne des Géants*.

17. CET esprit & cette huile de lithanthrax ont place dans la Pharmacopée de Londres de 1691, traduite en anglais par Guillaume Salmon, professeur en médecine; on y trouve la manière d'obtenir ces produits par la distillation, & la dose à laquelle il faut les donner (a). Cette dose est depuis quatre jusqu'à douze gouttes; les propriétés qui leur sont attachées, se rapportent avec ce qui vient d'être dit d'après les anciens: ils sont anodins & antihystériques, vulnéraires & adoucissans dans les cas de plaies, bons résolutifs pour les tumeurs, les nodus; ils conviennent dans la goutte, les obstructions de la rate, les douleurs hystériques, les coliques d'intestins avec tranchées, les convulsions, les migraines; ils guérissent les paralyties, les apoplexies, les épilepsies.

18. Tout ce qui se rapporte à mon sujet, considéré sur-tout de la manière dont je le traite pour l'instant, doit fixer mon attention. Un ancien journal de Trévoux, qui m'est tombé, il y a peu de jours, sous la main, & que j'ai parcouru, renferme une relation assez singulière, envoyée aux auteurs de ce journal, dans le mois de juin 1713, par M. Muratori, concernant la guérison d'un épileptique, opérée en très-peu de tems avec une espèce de charbon de terre. Le fait en lui-même, les circonstances dont il est accompagné, l'âge du malade, le genre de fofille désigné par le nom de *charbon*, (b) sont des points intéressans qui sont encore à vérifier, à éclaircir & à constater par des expériences répétées: l'observation semble avoir été négligée dans le tems où elle a été publiée, & être restée entièrement dans l'oubli; il ne peut être qu'utile de la faire revivre. La nature d'un mal aussi fâcheux que l'épilepsie, & dont on ne connaît pas encore le remède, doit inviter, & les malades qui en sont affligés, & les médecins auxquels parviendra mon ouvrage, à éprouver un remède simple & innocent. (c)

(a) " Il faut distiller le charbon de terre comme le fuccin; & alors on a un esprit & une huile qui, étant rectifiés, ne sont pas inférieurs à l'huile & à l'esprit de fuccin. Liv. III, ch. XII, p. 403.

(b) Le Monte Viale quelques collines fablonneuses & argilleuses de la vallée de Signori, & d'autres lieux du Vicentin, du Véronois & d'autres cantons de l'état Vénitien, présentent des couches de charbon de terre.

(c) *Epilepsie guérie par une espèce de charbon de terre.* " Un jeune homme fut attaqué d'épilepsie: les médecins lui prescrivirent des fucs d'herbes particulières à prendre dans la saison de la canicule.

" Ce tems venu, le pere vint un jour se consoler avec le pere Maur Lazarelli, bénédictin; ce religieux demanda au pere, s'il était présent quand son fils avait éprouvé la première attaque d'épilepsie, & s'il se souvenait précisément de l'endroit & de la situation où était son fils lorsqu'il tomba. Le pere répondit, qu'il se souvenait distinctement que son fils était alors dans une certaine chambre, près d'une table. Je vous enseignerai un remède infallible, reprit le bénédictin: faites fouiller la terre perpendiculairement, à la profondeur de quatre ou cinq brasses; vous trouverez une motte de

19. QUELQUES charbons de terre laissent, après une entière ignition, une masse noire, spongieuse, en partie vitreuse dans les uns, à demi scorifiée dans les autres, & qui, dans quelques-uns, ressemble beaucoup au résidu des forges, appelé indistinctement *laitier*, à cette espèce de métal grossier à demi vitrifié, qui se sépare du fer fondu. Cette espèce d'écume durcie, appelée aussi quelquefois *laitier* (a), & plus ordinairement *mâchefer*, présente deux variétés générales, selon qu'elle est uniquement le résultat d'un charbon consumé au feu pour des usages domestiques, ou selon que cette scorie est le produit d'un charbon de terre qui aura été employé au feu de forge. Si l'on considère ce laitier quant aux propriétés médicinales qu'il peut avoir, on ne peut s'empêcher de distinguer ces deux espèces: la première comme simple, sur-tout si la terre argilleuse du charbon est naturellement alliée avec beaucoup de mers: l'autre, comme un composé particulier, à raison des portions ou des débris du fer qui a été rougi & travaillé au feu, qui se trouvent ajoutés avec des parties indestructibles du charbon, ou avec le fer propre à tout charbon de terre; ce qui est cause que quelques houilles, sans avoir été employées au feu de forge, se changent en une scorie noire charbonneuse, comme fut une espèce de mangaise de Stirie, *braunstein*, dont parle M. Bruchmann, qui ne ressemble en rien à celle des verreries; comme fait aussi la pierre connue sous le nom de *pierre de Périgueux*. (b)

„ terre qu'on appelle à Venise *charbon* ;
 „ tirez-la, & faites en prendre à votre fils
 „ quelques drachmes en poudre pendant
 „ un mois. Le pere crut qu'on se moquoit ;
 „ le pere Lazarelli l'assura que le remède
 „ avait réussi à Venise, où l'on dit qu'un
 „ médecin Grec l'a apporté. Le pere du
 „ malade tenta l'aventure, il fit fouiller, il
 „ trouva la motte de terre tendre encore,
 „ mais qui se durcit bientôt à l'air ; il en
 „ donna en poudre au malade, qui n'a de-
 „ puis ressenti aucun accident de son mal. „
Journal de Trévoux, décemb. 1714, nouv.
d'Italie.

(a) Le résidu de toutes les parties du minéral qui ne sont point métalliques, des portions métalliques décomposées & vitrifiées, des fondans & même des alimens du feu, se nomment dans les forges *laitier* ; ce qui répond au mot générique *scorie*, employé par les chymistes. M. Grignon, qui donne cette définition, remarque que

dans les forges on abuse du terme de *laitier*, pour exprimer généralement toutes les matières qui ne sont point métalliques & qui sortent fluides des fourneaux, quoique ces laitiers diffèrent beaucoup entr'eux, comme on le fait, en nature, couleur, consistance & qualité. *Mémoires de physique*, in-4^o. Paris 1775, sect. III, pag. 296.

(b) Ce n'est pas seulement dans les forges des ouvriers en fer, qu'il se produit du *mâchefer* : dans les endroits où l'on fait du charbon de bois, il s'en fait une espèce dont la formation est due à la vitrification qui se fait des cendres avec une portion de sable & avec la portion de fer contenue dans toutes les cendres des végétaux. La pierre de *Périgueux*, du moins la plus ordinaire qui se trouve sur la surface des terres en plusieurs endroits, autres que le voisinage des petites fonderies ou des volcans, est peut-être une pierre de cette espèce. Quelque *mâchefer* que l'on prenne,

20. Les chymistes ont constamment tourné leurs vues & leurs expériences sur le *caput mortuum* du charbon de terre distillé. M. Kurella est le seul, que je sache, qui ait porté ses recherches sur le mâchefer proprement dit, que j'appelle de la première espèce, ou *mâchefer simple*. Les expériences faites par ce chymiste avec le résidu du charbon de terre, réduit par l'ignition en scories, n'ont occasionné aucune séparation métallique ou martiale sensible, & n'ont démontré qu'une terre argilleuse brûlée, & quelque base martiale en assez grande quantité. Quant à la seconde espèce de mâchefer, résultant du charbon employé au feu de forges, la combinaison qui s'est faite des cendres de la houille avec une portion de fer qui a contribué à leur donner de la fusibilité, étant entrée pour quelque chose dans la fusion dont il est le produit, on peut présumer que ce mâchefer doit tenir de la vertu, non-seulement de celle du fer fondu, mais encore des propriétés réunies & des parties bitumineuses du fer, & de celles que le charbon de terre lui a transmises. On fait qu'il y a dans le fer une matière grasse du genre des bitumes, qui n'est pas parfaitement unie avec les autres principes, ou qui est en trop grande quantité. La difficulté de purifier cette scorie, l'extrême dureté de cette masse, devenue insoluble dans les aqueux, pourrait rendre équivoque son usage, peut-être même suspect de bleiser les entrailles en substance; mais pénétré de parties bitumineuses, le mâchefer probablement n'est pas si dur que le fer qui a été mis en fusion par le soufre, & il n'y a nulle absurdité à penser qu'en faisant éprouver à cette scorie une grande division sur le porphyre, elle pourrait être employée en médecine, de même que le fer & l'acier, qui, étant bien alkoolisés, se subdivisent à l'infini dans les aqueux, & dont on ne craint rien; ou comme la rouille de fer, sur laquelle il pourrait peut-être mériter la préférence.

21. PARMI les remèdes usités autrefois à l'hôtel-Dieu de Paris, le mâchefer s'employait pour les pâles couleurs & pour lever toutes sortes d'obstructions: j'insère ici cette préparation pour l'utilité des pauvres des villes & des campagnes. . . . *Rec.* Du mâchefer le plus léger, la quantité de deux livres: pilez-les, jusqu'à ce qu'elles soient réduites en poudre impalpable; lavez plusieurs fois cette poudre dans de l'eau de fontaine, jusqu'à ce que l'eau qui aura servi à cette lotion en revienne parfaitement claire; alors laissez bien sécher la poudre, & mettez-la en infusion pendant deux fois vingt-quatre heures dans une chopine de la plus forte eau de cannelle distillée toute pure; retirez ensuite la poudre, faites-la sécher dans un plat d'argent, sur un réchaud, jusqu'à ce que toute l'humidité en ait été séchée; alors gardez-la pour l'usage. . .

soit de houille, soit de charbon de bois, si on le broie, on y trouve toujours une petite quantité de fer pur & du sable fer-

rugineux, que M. de Buffon estime absolument semblable à celui de la platine.

Cette

Cette poudre se donne à la dose de douze grains, deux fois le jour, dans du pain à chanter; la première le matin, & la seconde quatre heures après dîner; observant de laisser, pour manger ensuite, deux heures d'intervalle. On continue cette poudre pendant quinze ou vingt jours, & l'on se purge avec une tisane laxative.

22. Des scories d'un charbon de terre très-ferrugineux, il serait possible de faire aussi une teinture ou liqueur astringente, en les arrosant de vinaigre, & les laissant en digestion jusqu'à ce que le menstrue prenne une couleur rouge; alors, en mettant le tout dans un pot de fer, & le faisant réduire à la consistance mellagineuse, on tirera la teinture par le moyen de l'esprit-de-vin. L'analogie de la partie bitumineuse du charbon de terre avec le pétrole, d'où s'ensuit naturellement une similitude de propriétés entre ces deux substances, a fourni à M. Navier (a) l'idée d'une combinaison de cette partie grasse de la houille avec l'alkali minéral, pour en former une masse savonneuse minérale, dont nous parlerons dans un instant, & qui a les propriétés de certaines eaux médicinales, comme celles de Plombières, & autres de cette nature. Le médecin de qui nous tenons cette préparation, l'a employée avec succès; elle consiste en une espèce de bitume dur & cassant, fait avec le soufre commun, le charbon de terre, le pétrole, le succin & le natrum (b), le tout intimement uni par le moyen d'une substance ferrugineuse, de manière que le karabé y est ouvert & en état de donner à l'eau une grande quantité de ses principes: ce qu'il ne peut faire, comme on le fait, que difficilement dans les dissolvans spiritueux; d'une autre part, la partie alkaline du natrum se trouve jointe au soufre & aux parties grasses du lithanthrax & du pétrole, d'où il résulte un foie de soufre fin, savonneux & pénétrant. La matière ferrugineuse qui entre dans le bitume, contient un peu de sel de glauber; en sorte qu'une once de ce bitume, pulvérisé & infusé dans quatre pintes d'eau bouillante, leur communique environ un gros de sel de glauber & demi-gros de natrum uni aux substances sulfureuses & onctueuses.

23. Si l'on avait besoin d'user du mâchefer avec moins d'appât pour faire une eau minérale, on pourrait s'y prendre de la manière suivante. . . .
Rec. Scories de charbon de terre lavées, une once; vin blanc, une chopine. Laissez le tout pendant vingt-quatre heures; ensuite passez par un linge ployé en double dans un vaisseau rempli de trois pintes d'eau de rivière; gardez cette eau bien fraîche dans des bouteilles bien bouchées, pour en faire une

(a) Correspondant de l'académie royale des sciences, & praticien très-estimé à Châlons-sur-Marne.

(b) Sel froid, alkali fixe, tout fait par la nature.

boisson ordinaire pendant quinze jours, en faisant de l'exercice, & après avoir fait précéder une purgation.

24. SCHEUCHZER (a) indique une manière très-simple & fort intéressante de faire au coin de la cheminée une eau minérale, semblable aux eaux de Schintznach, connues autrement sous le nom de *Habsbourg* (b) : il ne s'agit que de prendre des pelotes fabriquées à la façon liégeoise, ou autre de cette sorte, pendant qu'elles sont au feu & tout embrasées, & de les éteindre dans de l'eau froide. Cette eau, dit l'auteur, exhale une odeur & prend un goût semblable à l'odeur & au goût des eaux de Schintznach, & à la couleur noire de la dissolution de la pyrite de Horge (c). Il serait facile, par ce procédé, d'avoir deux eaux artificielles, différentes, savoir, celle qu'on pourrait faire avec le charbon bitumineux, & celle qui pourrait se faire avec le charbon que j'appelle *pyriteux* ou *sulphureo-bitumineux*. Cette dernière, à mon avis, approcherait fort de celle préparée par Scheuchzer.

25. DANS l'hiver de l'année 1772, en février, j'ai composé des eaux minérales de cette espèce, en éteignant à plusieurs reprises dans de l'eau de Seine du charbon de terre de Fims, embrasé, & qui avait été empâté avec de l'argille à la façon liégeoise. Une de ces imprégnations était avec de ces *hochets* en pleine flamme; dans la seconde eau, où pareille extinction avait été faite, les hochets ne flambaient plus & étaient encore rouges. La première espèce était jaune, le sirop de violette y a verdi; la seconde était de couleur citronnée; toutes deux ont paru être chargées d'huile, dans un état savonneux. J'avais mis de côté ces eaux dans deux bouteilles, pour les examiner à loisir; les ayant négligées jusqu'en 1776, je m'aperçus, dans la gelée extraordinaire de cette année, qu'elles étaient glacées, & que les bouteilles étaient cassées. J'ai alors veillé à ne point les perdre lorsqu'elles viendraient à dégeler, & nous les avons examinées, M. Desfieux & moi, après les avoir laissé reposer. Tous les deux avaient formé un dépôt ferrugineux (d), & avaient perdu l'odeur désagréable qu'elles avaient; une chopine de la première eau, imprégnée de hochets enflammés, a été évaporée jusqu'à siccité; les réactifs n'ont rien

(a) *Itineris Alpini descriptio*.

(b) Bains chauds, ainsi nommés du village de Schintznach vis-à-vis duquel ils sont situés, au canton de Berne, bailliage de Linznbourg, au-dessous de Habsbourg; l'un sort du milieu même de la rivière de l'Aar, dont on a détourné le cours, afin de conduire les eaux par des canaux dans les bains: ils conviennent pour toutes espèces de bleffures & de vicilles plaies.

(c) M. Venel, en parlant de l'usage des

forgerons de mouiller leur charbon de terre de tems en tems, a remarqué que ces charbons, dans le moment même où ils éprouvent une diminution soudaine de chaleur, répandent la vapeur sulfureuse, propre à leur état languissant, & il observe que cette analogie mérite quelque attention.

(d) La décomposition que la glace a dû occasionner dans ces eaux, est à remarquer, relativement à l'examen qui en a été fait.

donné; elle ne contenait point de sélénite, & il ne s'y est trouvé qu'un demi-grain de résidu terreux ferrugineux (a); une chopine de la seconde eau, qui s'est trouvée avoir le goût très-ferré, a noirci par tous les réactifs; la dissolution du mercure a formé une précipitation jaune, elle contenait de la sélénite, & a donné deux grains de résidu beaucoup plus ferrugineux que la première eau.

26. J'AVAIS encore composé avec M. Parmentier, dans le laboratoire des Invalides, une autre eau de cette espèce, mais plus pure, en y éteignant de très-bon charbon de Fims pur : dans le fort de son embrasement, l'imprégnation bitumineuse était sensible au goût & à la couleur; l'opération avait fait contracter de toute nécessité un goût & une odeur de fumée à cette eau; nous l'avions mise dans une bouteille, pour voir si avec le tems elle perdrait ces deux qualités accidentelles. Comme dans ce dessein nous n'avions pas mis de bouchon à la bouteille, le garçon du laboratoire la confondit avec d'autres vaisseaux dont le soin le regardoit, & notre examen n'a pu avoir lieu : depuis cetems, il m'était facile de revenir sur ces expériences, mais je n'en ai pas eu le loisir. Quelqu'imparfaites qu'elles soient, j'ai cru devoir les faire connaître ici en faveur des personnes qui voudront s'en occuper; il ne peut manquer d'en résulter de l'utilité : j'ajouterai seulement que la bouteille dans laquelle on met cette eau, doit être bouchée sur-le-champ.

Différens arts dans lesquels le charbon de terre en substance, sa suie, ses cendres, son mâchefer, ou quelques autres de ses produits sont de quelqu'usage.

AGRICULTURE.

27. L'AGRICULTURE trouve différentes ressources dans l'ouverture des mines de charbon de terre; on a vu qu'une espèce de glaise bleue ou noire qui se rencontre dans ces mines, & qui peut être regardée comme un charbon informe, est très-bonne pour les terres chaudes, & sur-tout pour les prés. Il est reçu que toutes les cendres contiennent un sel extrêmement propre à la fertilité des terres, & sont les meilleurs engrais qu'on puisse employer pour les terres froides & humides, sur-tout quand on garde cet engrais dans un endroit sec où la pluie ne puisse pas emporter leurs sels : les cendres de houille, quoique différentes des cendres des végétaux, ne pouvant n'être réputées que des terres brûlées, des espèces de *pozzolane* (b),

(a) Je crois me ressouvenir que l'eau de cette première extinction était de l'eau distillée.

(b) Plusieurs sortes de terre de ce genre,

telles que celles des environs de Naples, de Toscane, du Mont-d'Or en Auvergne, sont exprimées par le mot italien *pozzolane*, que les auteurs latins désignaient autrefois

D d d ij

ne sont pas à beaucoup près sans propriétés : il n'en est pas de meilleures pour tuer les vers, ou qui durent davantage. Les agriculteurs conviennent unanimement que ces cendres fournissent un bon amendement pour les terres labourables. Ces cendres doivent-elles cette qualité aux sels ou à la terre qui y sont contenus ? (a)

28. M. Kurella n'a reconnu aucun atome salin dans les cendres de houille qu'il a examinées (b) ; la terre calcaire y est en petite quantité ; celle qui s'y trouve est de nature alcaline ; & l'on sait que les terres de cette espèce fournissent les engrais les plus utiles.

28. A Saint-Etienne en Forez, on emploie beaucoup les cendres de charbon de terre pour amender les terres ; elles réussissent très-bien pour les prairies & pour les terres à bled, sur-tout mêlées avec le fumier de bœuf ou de cheval (c). En Angleterre, les cendres de charbon de terre réduit en braises nommées *cinders*, sont employées avec succès aux mêmes usages (d). Il paraît qu'à cet égard il est à propos de faire une différence, en raison de la qualité des charbons, pour choisir la cendre de tel ou tel autre, selon la nature des terrains trop arides, trop visqueux, &c. La cendre de houille grasse est très-bonne pour l'engrais des marais, des potagers & autres terrains où l'on cultive des légumes : celle de houille maigre est très-propre à fertiliser les prairies ; on s'en servait autrefois dans beaucoup de pays pour ces usages. Le tombereau pesant environ cinq muids, se vendait neuf livres. On en tirait autrefois beaucoup du pays de Mons ; mais depuis quelques années, on préfère les cendres de mer, qu'une compagnie, formée à Valenciennes en 1731, a tirées de Hollande. (e)

par le mot *carbunculus*, qui s'applique à tout ce qui a été réduit en charbon ; de manière qu'on appelait de ce nom toute terre qui contenait des morceaux pierreux & noirs, quoique les *pozzolanes* soient ordinairement rougeâtres : un champ dont le terrain était de cette nature, s'appelait *carbunculosus ager*.

(a) M. Venel ne regarde pas du tout comme certain qu'elles contribuent au bon effet de la cendre de Tournay : la raison qu'il donne de son opinion, est que cette propriété, pour l'engrais des terres, est reconnue même à un point éminent dans la chaux pure ; mais en total l'expérience est tout-à-fait opposée aux doutes de M. Venel.

(b) Les charbons dont ce chimiste s'est servi pour ses essais, sont celui d'Angleterre,

celui de Silésie, & celui de Wëttin. M. Venel n'a point trouvé de sel lixiviel dans les cendres de la houille de Graiffesac, de la meilleure espèce de houille d'Alais, ni de celle de Fuveau en Provence.

(c) Selon M. de Genfanne, on pourrait employer la cendre de houille avec modération à l'engrais des mûriers, comme étant très-propre à corriger la trop grande ténacité de la sève de ces arbres, sans altérer la feuille, ni être préjudiciable aux vers-à-soie.

(d) Ces cendres se vendent à Newcastle trois pincés, faisant à peu près six sols de France, la tonne ou vingt-un quintaux : il fera question à part de la fabrication de ces braises.

(e) On appelle ainsi les cendres de

30. AGRICOLA fait mention d'un onguent qu'il ne spécifie pas autrement qu'en disant que les gens de la campagne tirent du charbon de terre une graisse qui préserve les vignes de toute espèce d'insecte : ce pourrait être avec les cendres ou la suie de ce fossile.

31. *De la suie.* Ce produit de la combustion du charbon de terre, est préférable à tous les autres pour l'engrais des terres ; il est très-bon pour le foin & pour le grain. Dans le pays de Liege, cette suie est employée à fertiliser les terrains froids : on la répand aussi au pied des plants de houblons, afin d'en écarter ou de faire périr une sorte d'insecte (*ver mineur*) qui dévore tous les ans une grande quantité des feuilles de cette plante. La pratique ordinaire en Angleterre, est de mettre quarante boisseaux par acre de terre : (a) il y a cependant des terres qui en demandent davantage. Cet engrais produit un foin très-gras & très-doux, détruit les vers & toutes les mauvaises herbes.

32. Si l'on emploie cette suie pour les terres à bled, il faut attendre le mois de février, pour que les pluies & les neiges ne la dissolvent pas trop ; il ne faut pas non plus différer plus tard, afin que la sécheresse ne la brûle point. Les cendres résultantes de la houille qui a servi au feu après avoir été empâtée avec de l'argille, sont également propres à cet usage, & forment encore sur la fabrication une économie véritable pour celui qui conforme de ce chauffage.

ARCHITECTURE. MAÇONNERIE.

Différentes préparations de mortier & de ciment, dans lesquelles entrent le charbon de terre brut, ou ses cendres, ou son mâchefer. (b)

33. LES charbons de terre, selon M. Bomare, abondent si fort en terre calcaire, que la plupart en donnent après leur ustion : il prétend que c'est de là que dans certains pays on est dans l'usage de brûler diverses espèces de charbons très-maigres, pour en obtenir une chaux propre à l'architecture : il s'explique (c) sur ce qu'il entend par charbons maigres, en disant que c'est un phlogistique ; car si ces charbons contenaient une égale abondance de phlogistique & de chaux, l'acide préférerait à s'unir au phlogistique, & laisserait la substance calcaire. On ne voit pas trop sur quoi est fondée cette

tourbe, auxquelles on substitue aussi les cendres des terres combustibles de Beauvais, d'Amiens, quoiqu'elles ne soient pas de même qualité que celles de Hollande.

(a) La mesure de terre ainsi nommée dans plusieurs pays, est en Angleterre comme en Normandie, de 160 perches quarrées.

(b) La suie du charbon de terre, mêlée avec de l'eau, comme cela se pratique pour corroyer le mortier & le faire prendre promptement, pourrait être de bon usage dans les pays où le plâtre est rare.

(c) Vol. V des Savans étrangers, p. 624.

opinion de M. Bomare : l'effervescence marquée, quoique médiocre & passagère, que produit l'acide nitreux sur les cendres de quelques charbons de terre, annonce que la terre calcaire y est en petite quantité.

Cimens, mortiers avec la houille brute ou en cendres, mêlée avec de la chaux.

34. DEPUIS quelques années on a inventé pour les bassins & les canaux dans lesquels on veut retenir des eaux, un mortier ou ciment, dans lequel on fait entrer le charbon de terre : la préparation de ce mortier consiste à prendre une partie de briques pilées & pailées au fas, deux parties de sable fin de rivière, de la chaux vieille éteinte en quantité suffisante & passée à la claie ; le tout étant bien broyé, on y ajoute de la poudre de charbon de terre & de la poudre de charbon de bois : alors on l'emploie promptement.

Ciment de fontainier, ou ciment perpétuel.

35. LA poudre artificielle, dont on fait assez souvent usage sous ces différens noms, est composée de pots & de vases de grès cassés & pilés, de morceaux de mâchefer aussi réduits en poudre, mêlés d'une pareille quantité de ciment, de pierre de meule de moulin & de chaux ; on en compose un mortier excellent, qui résiste parfaitement dans l'eau.

Cendrée de Tournay, appelée dans l'idiome languedocien cendrailles.

36. DANS la sixième partie des Mémoires de l'académie de Suede, il est fait mention de la découverte de l'emploi du charbon de terre pour crépir les caves voûtées. Ce moyen paraît se rapprocher de l'usage connu des cendres résultantes des fours à chaux, où l'on emploie la houille, & qui ne font autre chose que de la chaux, dont une partie calcinée, une autre réduite en cendres, s'est mêlée en tombant sous la grille avec des parcelles de charbon de terre ; on l'appelle vulgairement *cendrée*, & souvent *cendrée de Tournay*, parce qu'il s'en tire beaucoup des environs de cette ville, où se cuit au feu de houille d'excellente pierre à chaux ; le mortier qu'on en fait, convient singulièrement aux ouvrages qui se bâtissent dans l'eau, par la propriété qu'il a de s'y durcir en très-peu de tems, & entr'autres par celle qui le différencie de la plupart des autres cimens, de ne point se gercer, & de ne jamais éclater lorsqu'on l'emploie dans une saison convenable. La fabrication du mortier avec la cendrée de Tournay a été publiée au Louvre ; nous la placerons ici, en rappelant le doute que nous avons annoncé ailleurs, sur la confiance que l'on peut avoir dans l'exactitude de l'écrivain ; elle sera précédée de ce qui se trouve sur le

même sujet dans l'Encyclopédie, où l'on a rapporté des circonstances dignes d'attention, & qui sont omises dans la description de M. Carrey.

Manière de faire de bon mortier avec de la cendrée de Tournay, par M. Lucotte. (a)

37. Il faut d'abord nettoyer le fond d'un bassin qu'on nomme *batterie*, qui doit être pavé de pierres plates & unies, & construit de la même manière dans sa circonférence, dans laquelle on jettera de la cendrée; elle se mêle quelquefois avec un sixième de tuileau pilé. M. Béliador préfère la *cendrée de Hollande* (b) : on éteindra ensuite dans un autre bassin qui communique au premier, de la chaux, avec une quantité d'eau suffisante pour la bien dissoudre; après quoi on la laissera couler dans le bassin où est la cendrée, à travers une claie faite de fil-d'archal; tout ce qui ne pourra pas passer par cette claie sera mis au rebut : enfin on battra le tout ensemble dans cette batterie pendant dix à douze jours consécutifs & à différentes reprises avec une demoielle ou cylindre de bois ferré par-dessous, du poids d'environ trente livres, jusqu'à ce qu'elle fasse une pâte bien grasse & bien fine. Ainsi faite, on peut l'employer sur-le-champ, ou la conserver pendant plusieurs mois de suite, sans qu'elle perde sa qualité, pourvu que l'on ait soin de la couvrir & de la mettre à l'abri du soleil, de la poussière & de la pluie. Il faut encore prendre garde, quand on la rebat pour s'en servir, de ne mettre que très-peu d'eau, & même point du tout s'il se peut; car à force de bras, elle devient assez grasse & assez liquide : c'est pourquoi ce sera plutôt la paresse des ouvriers, & non la nécessité, qui les obligera d'en remettre pour la rebatire; ce qui pourrait très-bien, si l'on n'y faisait pas attention, la dégraisser & diminuer beaucoup sa bonté. Ce mortier doit être employé depuis le mois d'avril jusqu'au mois de juillet, parce qu'alors il n'éclate jamais.

Procédé du ciment fait avec la cendrée de Tournay, par M. Carrey.

38. " LA chaux de Tournay & des environs, cuite avec le charbon de terre, est distinguée en trois espèces. 1°. La chaux & la cendre, telle qu'on

(a) Dictionnaire Encyclopédique, au mot *Maçonnerie*.

(b) Poudre grise employée aux Pays-Bas & en France pour la construction des ouvrages dans l'eau, au défaut de *pozzolane*; elle est faite d'une terre qui se cuit comme le plâtre, qui s'écrase & se réduit en poudre avec des meules de moulin : il

est assez rare que cette poudre soit pure & non sophistiquée; quand elle est pure, elle est excellente, résiste également à l'humidité, à la sécheresse & à toutes les saisons, & unit fortement les pierres ensemble. La cendrée de Tournay, la terrasse de Hollande & la *pozzolane* s'emploient les unes pour les autres.

„ la retire du four. 2°. La chaux pure, c'est-à-dire, la chaux séparée de la
 „ cendre. 3°. La cendrée pure, qui n'est autre chose que la cendre du char-
 „ bon de terre, mêlée d'une infinité de particules de chaux, extrêmement di-
 „ versifiées par l'action du feu; elle pèse un quart plus que la seconde espèce.
 „ C'est avec la cendrée pure que se fait le ciment pour bâtir contre l'eau;
 „ on commence par en mettre une demi-manne (a) en un tas, que l'on
 „ ouvre ensuite pour y jeter un peu d'eau, & éteindre les particules de
 „ chaux sans aucun mélange. Cette demi-manne étant éteinte, on en éteint en-
 „ core une autre que l'on entasse avec la première, & ainsi de suite jusqu'à ce
 „ qu'il y en ait une quantité suffisante pour entretenir l'ouvrier pendant un
 „ jour & même plus; on peut laisser reposer ce tas aussi long-tems qu'on veut
 „ pendant l'été sans aucun danger; & même la cendrée se bouillie, pourvu qu'elle
 „ soit à l'ombre. Il n'en est pas de même en hiver: loin de se bouillir, elle se
 „ gâte. La cendrée ainsi éteinte, on en comble une auge de deux pieds en
 „ quarré jusqu'à deux tiers ou environ: les bords sont élevés de neuf pouces,
 „ afin que la cendrée ne s'échappe pas en la battant; la quantité qu'on y peut
 „ mettre est d'environ une brouettée (b) ou, sans s'arrêter à la brouettée,
 „ une demi-manne, qui est un peu plus petite. La quantité de cendrée qu'on
 „ met dans l'auge à chaque reprise, se nomme *battée*: il est nécessaire d'écraser
 „ la cendrée jusqu'à ce qu'elle fasse une pâte unie & douce au toucher,
 „ par la seule force du frottement, & sans y mettre que le peu d'eau qu'il y
 „ faut pour l'éteindre. Pour faciliter le travail de l'ouvrier, on place l'auge
 „ contre un mur, dans lequel on enfonce le bout d'une perche, dont l'extré-
 „ mité opposée vient rendre sur le milieu de l'auge; on conçoit que la situation
 „ doit être horizontale: les manœuvres l'appellent *rejet*. On suspend au bout
 „ de cette perche une espèce de demoiselle, que les ouvriers nomment *batte*,
 „ avec laquelle on pile la cendrée; cette demoiselle est de fer, ou de bois armé
 „ de fer, & a trois pieds de hauteur sur deux pouces & demi à trois pouces de
 „ diamètre, elle en a moins lorsqu'elle est de fer; sa forme est d'un cône sur-
 „ monté d'un anneau immobile, par où l'on passe une corde, par le moyen de
 „ laquelle la demoiselle est suspendue au bout de la perche qui fait le ressort,
 „ comme celles dont se servent les tourneurs. Ainli le manœuvre n'a d'autre
 „ peine que d'appuyer la demoiselle sur le mortier & de la conduire, la perche
 „ ayant par son élasticité une force suffisante pour l'enlever par un mouvement
 „ contraire au sien. Il est aisé de sentir par cette manœuvre, que l'auge doit
 „ être faite d'une pierre dure, & capable de résister à la chute & aux coups
 „ réitérés de la demoiselle. On choisit pour cet effet à Lille un grès que l'on

(a) Mesure d'osier que les ouvriers appellent *mande*, en usage aussi dans ce pays pour le charbon de terre, mais différente selon toute apparence.

(b) Jauge de Lille.

„ trouve

„ trouve auprès d'Arras, en tirant du côté de Douay, & qui est la meilleure
 „ pierre qu'on emploie dans cette capitale de la Flandre Française, qui n'a dans
 „ ses environs qu'une pierre de craie tendre & blanchâtre. L'ouvrier a soin
 „ de ramasser de tems en tems le mortier avec une pelle au milieu de l'auge,
 „ dont le tour peut n'être que de bois, mais dont le fond doit nécessairement
 „ être de pierre, il continue de piler chaque battée pendant une demi-heure
 „ ou environ, après quoi il la retire de l'auge, & en fait un tas. Comme
 „ l'ouvrier a onze heures de travail, hors les repas, il y a environ vingt
 „ battées dans un jour d'été. Il ne suffit pas de battre ce ciment une pre-
 „ mière fois, on doit laisser reposer le tas jusqu'à ce qu'il ait atteint le
 „ dernier point de sècheresse, qui permet encore de rebattre la cendrée
 „ sans y mettre d'eau, & au-delà duquel elle deviendrait si dure, qu'elle
 „ ferait une masse intraitable & absolument inutile. L'usage seul peut ap-
 „ prendre quand il est tems de recommencer à battre un tas de cendrée;
 „ comme cette matière est très-sujette aux influences de l'air, on doit se
 „ régler sur la température du froid & du chaud; c'est beaucoup que d'at-
 „ tendre trois jours dans les grandes chaleurs; & dans une grande humidité;
 „ ce n'est pas trop de six. On ne risque jamais rien de battre la cendrée
 „ aussi souvent & aussi long-tems qu'on le veut, fût-ce pendant une an-
 „ née; car plus elle est broyée & battue, mieux elle vaut: il y a cependant
 „ des bornes à ce travail. En effet, à force de battre la cendrée, on la
 „ résout en une pâte qui devient toujours plus liquide; & si l'on conti-
 „ nuait trop long-tems de suite, elle le deviendrait au point de perdre une
 „ sorte de consistance qui lui est nécessaire pour être battue: c'est pourquoi
 „ l'on restreint le broiement de chaque battée à une demi-heure, après
 „ lequel tems on la laisse reposer deux ou trois jours; alors on la reprend
 „ pour la remettre au même état qu'elle était quand l'ouvrier l'avait quittée.
 „ Toutes les fois qu'on rebat la cendrée, l'économie veut qu'on le fasse
 „ toujours à propos, c'est-à-dire, qu'on attende le moment qui précède im-
 „ médiatement celui où il commencerait à être trop tard de le faire; avec
 „ ces intervalles, il suffit de rebattre dix fois la cendrée, pour qu'elle ac-
 „ quiere un degré de bonté dont on doit se contenter; au lieu qu'en la re-
 „ battant coup sur coup, on recommencera plus de vingt fois, sans qu'elle
 „ soit meilleure que si on ne l'eût battue que dix fois, mais dans les tems
 „ convenables; & par ce moyen les frais de main-d'œuvre, qui sont les
 „ plus considérables, se trouveraient doublés en pure perte. La cendrée
 „ étant ainsi préparée par un broiement répété dix fois ou davantage, s'il
 „ survient un embarras qui empêche de l'employer, on ne doit pas dis-
 „ continuer de la rebattre tous les trois jours plus ou moins, selon les sai-
 „ sons; sans quoi elle se durcirait, & ne serait propre, comme on l'a dit,

Tome XVII.

E e e

„ à aucun usage. En prenant ces mesures, un tas de cendrée peut se con-
 „ server des années entières : mais on sent qu'alors l'excellence du mortier
 „ scrut trop acheté, par la dépense & la sujétion de le rebattre. Cepen-
 „ dant il peut y avoir des cas où cette dépense est encore préférable à la
 „ perte d'un tas de cendrée, dont la préparation a déjà coûté beaucoup de
 „ frais ; il faut en pareille circonstance le déposer dans un souterrein ou
 „ dans un endroit inaccessible aux rayons du soleil & à la chaleur ; l'hu-
 „ midité qui y regne s'insinue à travers les pores du mortier, & l'entretient
 „ dans son état de pâte molle, qu'il conserve une fois plus long-tems que
 „ s'il était dans un lieu sec ; on est par conséquent obligé de rebattre la cen-
 „ drée moitié moins souvent, ce qui diminue les frais dans la même pro-
 „ portion. L'excès du froid & du chaud est également nuisible ; on remédie
 „ aux grandes chaleurs en couvrant l'ouvrage d'une couche de terre glaise,
 „ de paillassons & de planches, & opposant aux rayons du soleil une épais-
 „ seur qu'ils ne puissent pénétrer : il y a moins de remède pour la gelée,
 „ qui détache la cendrée lorsqu'elle la saisit avant qu'elle ait pu sécher ; une
 „ saison tempérée ou même humide, est celle qui convient le mieux ; & si
 „ la cendrée a le tems de sécher sans être atteinte ni de la gelée ni d'une
 „ chaleur excessive, elle devient inaltérable à l'un comme à l'autre ; & le tems
 „ qui détruit tout, ne fait qu'augmenter sa solidité ; en sorte qu'il est beau-
 „ coup plus aisé de pulvériser les pierres & les briques, que de la pulvériser
 „ elle-même. La cendrée pourrait être employée à tous les usages auxquels
 „ on emploie le mortier de sable & de chaux, si l'on voulait en faire la
 „ dépense ; car elle résiste à trois élémens auxquels rien ne peut résister, le
 „ feu, l'air & l'eau : mais elle a sur-tout une propriété merveilleuse contre
 „ ce dernier ; quelques minutes après qu'elle a été appliquée, lui suffisent
 „ pour faire corps avec la pierre, après quoi il n'y a nul inconvénient de
 „ lâcher les eaux contre l'ouvrage, pourvu qu'elles dorment comme dans
 „ un bassin, & que ce ne soit pas une rivière dont le cours fût assez rapide
 „ pour la dégradcr. Dans ces derniers cas, on doit avoir la précaution de
 „ retenir les eaux un jour, ou seulement quelques heures ; & si cela ne se
 „ peut pas, il convient d'enduire l'ouvrage d'une couche de glaise, que l'on
 „ défend encore avec des planches contre l'effort de l'eau. Une muraille
 „ ainsi construite durera plusieurs siècles au milieu d'une rivière, sans qu'il
 „ soit à craindre que sa violence, quelque grande qu'elle soit, la fasse crou-
 „ ler, ni même qu'elle l'endommage : elle aura donc toute la solidité qu'on
 „ peut désirer, mais les eaux pourront filtrer au travers ; & si l'ouvrage est
 „ destiné à les retenir, la construction doit être en conséquence. (a)

(a) Nous avons cru pouvoir omettre ici celle qu'a décrite M. Carrey.

Mortier ou maçonnerie du beton.

39. ON y emploie indistinctement la *terrasse de Hollande*, ou la *pozzolane*, (a) ou la *cendrée de Tournay*, ou même le *mâchefer*, à la quantité de douze parties de l'une de ces matières sur une de chaux, mesurée sans doute vive, & éteinte en même tems qu'on fera le mortier, afin que l'effervescence qui se fera puisse produire plus exactement la dissolution de la blocaille & de la pozzolane qu'on doit y incorporer. M. Bélidor, dont nous empruntons cette composition (b), dit qu'il a été constaté qu'après deux mois de séjour dans la mer, cette maçonnerie composait un corps si dur qu'on trouva plus de difficultés à séparer ses parties que celles d'un bloc de la meilleure pierre.

40. COMME quelques détails sur la maçonnerie de beton ne peuvent manquer d'intéresser les personnes qui pourraient se trouver dans le cas de l'employer, nous rapporterons ici des expériences très-exactes, faites à Toulon, sur la quantité de matériaux de chaque espèce qui entrent dans une toise cube de cette maçonnerie, leur poids, le tems qu'il faut pour la faire & la plonger dans l'eau, entre 10 & 18 pieds de profondeur. Pour remplir une fondation qui contenait 16 toises cubes, on a employé, savoir :

942 pieds cubes de pozzolane rouge, à 90 livres le pied, . . .	livres.
pesant ensemble	84780
471 pieds cubes de sable à 115 livres, pesant ensemble . . .	54165
1020 pieds cubes de recoups de pierre à 110 livres, pesant ensemble	112200
235 pieds cubes de <i>mâchefer</i> concassé, pesant ensemble . . .	18800
706 pieds cubes de chaux vive concassée, pesant chacun 76 .	
livres, & ensemble	53596
618 pieds cubes de pierre à 160 livres chaque, & ensemble . .	98880

Total trois mille neuf cents quatre-vingt-douze pieds cubes de matériaux, pesant ensemble 422421

Verrerie, encre d'imprimerie, bleu de Prusse, teinture en puit teint, peinture, dessin, &c.

41. LES verriers sont généralement dans l'idée que le mélange des cendres de houille ne peut être utile dans les matières propres à faire du verre: la simple

(a) La pozzolane, réservée en général pour la construction des édifices hors de l'eau, est plus tendre que le tuf, & plus dure que le sable ordinaire. M. Hill croit que c'était la terre de *Tymphécia*, propre à

dégraissier les habits, appelée par les habitants de *Tymphécia* & des endroits voisins, *gypse*, *gypsiu Tympheicum*.

(b) *Architecture hydraulique*, tome IV, page 186 — 189.

E c e ij

inspection de ce qu'on appelle *mâchefer*, où l'on apperçoit distinctement une espèce de vitrification, rend très-douteuse l'opinion des verriers. (a) A Sultzbach, principauté de Nassau, la suie du charbon de terre, qu'on calcine dans le fourneau dont nous parlerons tout à l'heure, étant recueillie dans la chambre où débouche la cheminée, est employée très-utilement en place du noir d'ivoire pour entrer dans la composition de l'encre d'imprimerie ; elle peut aussi, selon M. de Genisane, servir à faire la fécula bleue, nommée le *bleu d'Erlinghen*, qui ne le cède en rien au plus beau bleu de Prusse, que l'on fait n'être autre chose que la terre martiale précipitée par l'alkali phlogistique.

42. *Teinture*. Les teinturiers en soie, laine & fil, emploient la suie de cheminée pour les couleurs brunes, musques, & autres semblables, désignées en général sous le nom de *petit teint* (b). La suie de houille ne pourrait-elle pas servir à ce même usage ? Je n'ai pas eu le loisir de m'en assurer par l'expérience, aisée à faire cependant, & il est probable qu'elle réussirait ; les analyses de cette suie démontrent qu'il n'y a entr'elle & celle des feux de bois, d'autre différence que la présence du bitume dans l'émanation de la fumée du feu de houille.

43. Les teinturiers ont deux sortes de préparations de suie, l'une nommée *bidanet*, & l'autre *bisfre* ; ce dernier nom appartient sur-tout à la suie la plus recuite & la plus brillante, pulvérisée, passée ensuite au tamis pour être mise en petits pains, après avoir été pètrie dans un peu d'eau gommée. Cette préparation de suie, affectée au petit teint, & qui donne une couleur brune, couleur de terre ou un peu jaunâtre, appelée *bisfre*, est aussi d'un grand usage pour l'enluminure & le lavis des plans. On s'en sert encore pour peindre en miniature : la manière de le composer consiste à broyer de la suie de cheminée avec de l'urine d'enfant sur l'écaille de mer, jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement assinée ; on ôte de dessus la pierre pour la mettre dans un vaisseau de verre de large encolure, & on remue la matière avec une spatule de bois, après avoir rempli le vaisseau d'eau claire ; on la laisse ensuite reposer pendant une demi-heure ; le plus gros tombe au fond du vaisseau, & l'on verse doucement la liqueur par inclination dans un autre vaisseau ; ce qui reste au fond est le

(a) M. Venel, chap. II, sect. 3, assure, d'après sa propre expérience, que ces cendres poulées au feu dans des creusets, entrent en fonte, même sans addition, & qu'elles se convertissent en une matière vitreuse analogue au mâchefer.

(b) L'art de teindre, par rapport aux étoffes de laineries, se distingue en France en grand & bon teint, & en petit ou faux teint : le premier est celui où il ne s'em-

ploie que les meilleures drogues, & celles qui sont des couleurs assurées. Le petit teint est celui où il est permis de se servir de drogues médiocres, & qui sont de fausses couleurs ; de manière que les moindres étoffes sont réservées pour le petit teint, renfermé dans le fauve & le noir. Le bon & le petit teint expriment différents mélanges prescrits par les ordonnances, & d'où résultent des couleurs plus ou moins fines.

bistre le plus grossier, qu'on jette. On fait de même de ce qui est dans le second vaisseau ; on remet la liqueur dans un troisieme, & on en retire le bistre le plus fin, après l'avoir laissé reposer pendant trois ou quatre jours. On doit procéder de la même façon pour faire toutes les couleurs dont on doit se servir en lavis, afin d'avoir des couleurs qui ne fassent point corps sur le papier : ce qui ferait un mauvais effet à l'œil ; car la propreté que demande le dessin ne souffre que les couleurs transparentes. On prépare encore le bistre en faisant bouillir la suie de cheminée cinq ou six gros bouillons avec de l'eau à discrétion dans un chauderon exposé sur un grand feu ; on la remue de tems en tems avec un petit bâton ; on s'en sert pour les mêmes usages après avoir fait évaporer cette couleur liquide, & réduite en petits pains ou pastilles, qu'on nomme *bistre*. (a)

44. *Vernis, goudrons, cambouis, huile.* EN faisant bouillir le charbon de terre dans de l'huile cuite ou dans un vernis gras, comme celui des peintres, (b) on a, selon M. Kurella, un beau vernis tanné qui se sèche bien. Avec l'huile de pin, épaissie au soleil, on a une chaleur douce ; il donne un beau vernis jaunâtre, qui demande seulement beaucoup de tems pour sécher : en faisant bouillir partie égale de charbon de terre & de poix blanche, & les tenant longtemps au feu & les y remuant sans cesse, il résulte une matière tenace qui s'attache si fortement au bois & au fer, qu'on pourrait en faire une espèce de goudron pour préserver les navires de la piquure des vers, & empêcher le fer de se rouiller dans l'eau.

45. LE mémoire de M. de Bafville fait mention d'un charbon & résine minérale dans le diocèse de Béziers, dont on fait une substance molle & tenace comme le goudron. Le grand-prieur de Lure a imaginé de tirer de l'huile du charbon de Rouchamps. M. de Genfane, dans l'ouvrage qu'il vient de publier, avance que, lorsque le charbon qui se tire des mines des environs du Saint-Esprit en Languedoc, a peu de consistance, & surtout lorsqu'il est molasse (c), on peut en extraire un cambouis ou une matière huileuse, fort gluante, à demi fluide, très-propre à graisser les

(a) Voyez l'expérience de M. Darlan- des avec le charbon de terre d'Angleterre, part. I. Le Dictionnaire Encyclopédique & le Dictionnaire de Trévoux font mention d'un noir de terre qu'emploient les peintres qui travaillent à fresque, & qu'ils disent être une espèce de charbon fossile, qui néanmoins n'est que la terre d'ombre calcinée.

(b) L'huile grassie que les peintres mettent dans leurs couleurs pour les faire se-

cher, & qui est composée d'huile de noix ou de lin & de litharge, qu'on fait bouillir, ensuite on laisse reposer la litharge au fond du vase, & ce qui surnage est l'huile grassie.

(c) Cette sorte de charbon, appelé par l'auteur *charbon jayer*, & dont je n'ai nulle idée, est quelquefois, selon lui, si mou, qu'on le pelotte dans la main. *Hist. natur. du Languedoc.*

voitures. On fera bien aisé de comparer ce procédé avec celui pratiqué sur la pierre de Shropshire; il consiste à faire bouillir le charbon de terre avec de l'eau dans des chaudières de fer, & à écumer le bitume qui surnage à l'eau. Quand il cesse d'écumer, le dépôt sableux ou terreux, ordinairement blanchâtre, qui reste au fond de la chaudière, se retire; on remet de nouveaux charbons dans l'eau, & l'on continue jusqu'à ce qu'on ait autant de graisse qu'on en veut. Cette matière est mise dans des vases de bois pour reposer; on en ôte l'eau qui s'en est séparée, le bitume est mis de nouveau sur le feu, & on le fait bouillir seul jusqu'à ce que toute la partie aqueuse soit évaporée: il est à remarquer que cette graisse a beaucoup d'odeur, mais n'a rien de nuisible.

46. L'ART d'extraire du charbon de terre le bitume & le soufre surabondant, sans détruire ce composé qui conserve le principe inflammable, & peut par conséquent être substitué aux charbons de bois, est connu en Angleterre, au rapport de M. Jars: la même pratique s'est établie par les soins & aux frais du prince de Nassau-Saarbrück aux forges de Sultzbach, dans la principauté de Nassau; on y a cru pendant long-tems qu'on retirait de ces braises de charbon un grand avantage pour la fonte de la mine de fer: nous parlerons de cet usage à sa place. M. de Genssane a eu occasion de voir cet établissement, qui consiste en fourneaux composés sur le modèle des fourneaux de coupelle (a). La cornue pour épurer le charbon est une grande moule (b) de terre, capable de résister au feu, & qui ne reçoit la chaleur qu'au travers de ses pores: le bitume fondu & détaché par la chaleur, coule en bas, & est reçu dans un vase, tandis que le soufre volatilisé monte dans une chambre supérieure par un canal. Le chapitre XII du traité de M. de Genssane, renferme une description complète de cet établissement, la construction, l'usage de ces fourneaux, les dimensions & les proportions qui leur conviennent. (c) Nous nous bornerons ici à faire connaître la méthode pour ce qui a rapport à la distillation du bitume *per descensum* (d), & à l'éva-

(a) Des coupelles sont des vaisseaux pour purifier l'or & l'argent des différens métaux avec lesquels ils peuvent être alliés: ces coupelles sont faites d'une matière qui a la propriété de tenir en fusion tous les métaux parfaits & imparfaits, tant qu'ils conservent leur état métallique, & de les absorber, ou, pour parler le langage du métier, de les boire dès qu'ils sont vitrifiés.

(b) Petit four mobile différemment construit, faisant partie essentielle du fourneau

d'essai ou de coupelle.

(c) De la construction & de l'usage d'un fourneau propre à la préparation du charbon de terre, pour le mettre en état d'être employé à la fonte des mines de fer, & à tous les autres usages auxquels on emploie le charbon de bois.

(d) Distillation par le bas, c'est-à-dire, dans laquelle l'appareil est construit de manière que les matières soumises à l'opération, sortent du vaisseau par la partie inférieure.

poration qui sépare le soufre. Les deux opérations se font en même tems dans une espece de four, dont l'effet est à peu près le même que celui d'une cornue; on en prendra la première idée sur la *pl. XXXVII*, où l'on a représenté les principales parties que nous expliquerons après une description sommaire. Ce four, construit d'une pâte ou mortier très-réfractaire, se ferme exactement lorsqu'il est rempli de charbon. Au bas de sa capacité est une rigole, & une seule ouverture ronde, garnie d'un long tuyau de cuivre incliné; ce tuyau va s'emboucher dans une marmite de fer fondu, qui sert de récipient pour le bitume coulant: un autre tuyau de cuivre, montant perpendiculairement, est implanté sur le tuyau descendant; celui-ci sert à l'évaporation des vapeurs du soufre (a). Cette espece de four est enveloppé d'une voûte qui lui sert de fourneau, ayant une grille, un cendrier & une cheminée qui débouche dans une chambre construite au-dessous, où circule la fumée du charbon qu'on brûle pour chauffer ce four: on mêle le charbon avec du bois pour l'allumer: lorsqu'il est rougi, on le maintient moyennement dans cet état; & à ce degré de chaleur, le bitume coule dans la marmite de fer qui est à moitié enterrée; le soufre s'évapore par le tuyau de cuivre vertical: lorsque ces vapeurs cessent de sortir, l'opération, qui dure ordinairement trois fois vingt-quatre heures, est achevée.

Le fourneau vu dans sa capacité extérieure E, F, G, H, pl. XXXVII, fig. 2.

I, K, L, M, la capacité intérieure du fourneau. a, c, n, m, d, b, P, q, les deux *chauffes* (b) du fourneau. e, f, g, h, les portes des chauffes. t, u, intérieur de la cornue. r, s, tuyau de cuivre par où coulent l'huile & le bitume. v, tuyau d'évaporation. P, marmite de fer qui sert de récipient, dans laquelle se rendent l'huile & le bitume, & qui est couverte d'un couvercle bien juste. Q, R, porte de la cornue. z z, grille des chauffes.

Coupe du fourneau, fig. 2, sur la ligne t u de la fig. 3.

E, G, F, H, murs du fourneau. N, o, X, u, t, dedans du vase faisant fonction de cornue. x, sol du terrain. Q, R, porte inférieure de la cornue.

(a) L'auteur a suivi dans cette expression l'opinion générale dont nous ne croyons devoir faire reproche à personne: il nous suffira que l'on soit prévenu de notre sentiment à cet égard, & que réellement cette partie dite *sulfureuse* est une huile très-légère, un alkali volatil résou & très-aqueux,

qui se dissipe dans l'air, au moyen d'une espece de soubirail adapté au tuyau, par lequel les principes moins volatils sont portés dans le récipient.

(b) Les ouvriers entendent par cette expression le foyer qui contient l'aliment du feu.

Y, porte supérieure de la cornue. y, cheminée du fourneau. r, s, tuyau de cuivre par où sortent l'huile & le bitume. v, tuyau d'évaporation. O, mamelon du récipient, dans lequel emboîte le tuyau de cuivre. P, marmite de fer, qui sert de récipient.

Coupe transversale du fourneau. Fig. 4.

N, u, X, fol de la cornue, formant une rigole au milieu, par où s'écoulent l'huile & le bitume. O, voûte de la cornue. s f g h, dessous de la chauffe, par où l'air s'introduit sous la grille. T, voûte en croissillon, ou chambre supérieure. V, cheminée du fourneau.

Elévation du derrière du fourneau. Fig. 6.

47. ON ne voit pas ici la porte de dessous la chauffe, par où s'introduit l'air sous la grille, ni les portes du fourneau, mais bien en *ll 4 4*, les tirans de fer avec les clefs, servant à empêcher que les murs ne se fendent. O, mamelon du récipient, dans lequel s'emboîte le tuyau de cuivre. P, marmite de fer qui sert de récipient. v, le tuyau d'évaporation.

48. LE bitume, provenant de cette opération, est très-gras, & peut être substitué au meilleur cambouis pour graisser les roues des voitures. (a) A l'égard de l'huile, elle diffère du pétrole, en ce qu'elle est moins inflammable; les paysans s'en servent en guise d'huile pour s'éclairer, comme il se pratique près de Beckal en Sibérie avec le malte qui se tire de quatre puits.

Lumière pour éclairer l'entrée des ports & des rivières.

49. LES feux qu'on allume de nuit sur les phares pour servir de guide aux vaisseaux, pourraient être de charbon de terre flambant; la clarté en serait augmentée considérablement à l'aide d'une plaque de métal poli, placée à une distance convenable du foyer, du côté qui n'a pas besoin d'être éclairé pour faire effet de réverbère. Chaque bâtiment, abordant au port, serait tenu d'être lesté d'une certaine quantité de charbon de terre pour cet usage. Dans l'un des ouvrages extérieurs des fortifications de la ville d'Ostende, on a construit, par ordre de sa majesté impériale & royale, un fanal qui éclaire avec ce combustible. (b)

(a) Becker, à ce qu'il paraît dans son ouvrage intitulé, *La folle sagesse*, n. 36, connaissait la manière de purifier le charbon de terre, & d'en tirer une espèce de

cambouis ou de goudron aussi bon que celui de Suede.

(b) Le 15 décembre 1772 on l'a allumé pour la première fois; la colonne de feu,

De

De l'usage économique du charbon de terre, comme combustible pour les arts.

50. LORSQUE l'on envisage le charbon de terre comme combustible, propre à plusieurs arts, ou aux usages domestiques, on présume d'abord qu'il est important que l'on sache en faire un choix convenable, ou pour rejeter ceux de mauvaise qualité, ou pour discerner ceux dont la chaleur & la flamme sont les plus favorables aux opérations auxquelles on veut les appliquer, ou pour tirer parti de ceux dont on est à portée. Les différens degrés de feu ou de chaleur à donner, sur-tout aux fers que l'on forge, selon leur nature, c'est-à-dire, selon qu'ils sont les uns ou les autres capables de se dilater ou de se condenser par différens degrés de chaud, selon la diversité des ouvrages, doivent dépendre beaucoup de la nature du charbon que l'on emploie. Il en est de même de tous les autres arts auxquels on applique le feu de ce combustible : il est probablement plus ou moins convenable à quelques opérations selon sa qualité : la vivacité de sa flamme, de sa chaleur, & cette différence des phénomènes résultant de la dissolution de ce fossile par l'embrasement, ne peuvent être que relatifs, soit à la texture du charbon dont on se sert, soit à la différente combinaison de ses parties constitutives. Dans un grand nombre de houilles, leur organisation particulière est aisée à reconnaître, en suivant attentivement des yeux la manière dont se détruit un charbon de terre que l'on soumet à l'ignition. La portion essentiellement combustible est rassemblée & cantonnée dans des alvéoles parallélogrammiques (a). Selon que ces molécules sont plus ou moins analogues à la matière du feu, c'est-à-dire, bitumineuses, selon que leurs enveloppes ont de consistance, ou que leurs pores sont plus ou moins ouverts, que leur communication est diversement interrompue par des matières hétérogènes, le feu que produira tel ou tel charbon de terre sera différent ; il faudra plus ou moins de tems pour que son action se transmette dans le charbon mis au feu ; le progrès de l'embrasement est ralenti, &c. La connaissance du charbon de terre, dans les variétés les plus communes, est par conséquent à ajouter à celle de l'art même pour lequel s'emploie le feu de ce combustible ; les difficultés que comporte cette connaissance, ne sont ni moins réelles ni moins considérables. Dans les petites forges, où il est tout aussi nécessaire que pour d'autres travaux de discerner les qualités de charbon de terre, on voit que tout se réduit de la part des ouvriers à une simple routine que

d'environ cent pieds de haut, est surmontée d'un grillage de fer, dans lequel on entretient toute la nuit un feu de charbon de terre, qui pourra être découvert de loin.

Tome XVII.

(a) Ce qui ferait juger que ce que l'on pourrait appeler les molécules de charbon, n'ont pas la figure cubique apperçue par M. l'abbé de Sauvages.

F f f

l'expérience n'a point encore perfectionnée : nous la discuterons à part, ainsi que la maniere ordinaire de juger de ce fossile, lorsque nous le considérerons employé pour les travaux métallurgiques.

§1. IL serait très-possible que les charbons de terre, considérés & examinés attentivement dans les circonstances qui se découvrent à la simple vue, fournissent sur leur qualité des inductions capables d'éclairer le consommateur sur les propriétés des uns & des autres, & de le guider dans les usages qu'on peut en faire. Le P. Grammont, missionnaire à Canton en Chine, remarque dans un mémoire communiqué par M. le docteur Maty, à la société royale de Londres, (a) que les charbons de terre de Chine pourraient donner quelques idées sur la formation, les qualités, l'usage & la nature du charbon de terre. Ces signes, quels qu'ils puissent être, méritent d'être appréciés expérimentalement par les artistes intelligens ou par les personnes curieuses, à même de vérifier ces caractères extérieurs des charbons de terre. Nous nous sommes contentés de les faire pressentir dans la première partie : il est à propos de les développer ici, après nous être arrêtés sur la propriété générale de ce fossile de donner de la chaleur.

De la chaleur que donne le feu de houille en général.

§2. LA propriété commune à tout charbon de terre, comme combustible, est de répandre en brûlant plus ou moins de chaleur, ou selon l'espece de charbon employé, ou selon le volume soumis à l'ignition, &c. Nous n'avons ici à considérer cette chaleur que quant à son intensité, & quant à l'action qui peut lui être particulière sur les ustensiles ou vaisseaux que l'on chauffe avec le charbon de terre. La chaleur du feu de charbon de terre est communément estimée de seize degrés, & celle du grand feu de bois de dix-sept degrés. Suivant le chevalier Newton (b), la chaleur d'un petit feu de charbon de terre, & celle du fer qu'on y avait fait rougir était de $(\frac{191 \times 180}{34} + 32 =)$ 1049 degrés ; & une verge d'acier échauffée dans le feu jusqu'à ce qu'elle fût rouge, a été trouvée par le docteur Musschembroeck, *Tentamen acad. com.* II, p. 48 & 49, alongée de 364 degrés ; par conséquent elle avait été échauffée jusqu'à notre $(\frac{364 \times 180}{56} + 32 =)$ 1095^e degré : ce qui diffère bien peu de la chaleur du petit feu de charbon, dont il vient d'être parlé

(a) Sur les différentes études chinoises pour chauffer les appartemens, & dont nous ferons usage à l'article du chauffage.

(b) *Essai sur l'histoire naturelle & ex-*

périmentale des différens degrés de chaleur des corps, par le docteur Martine, de la société royale de Londres, sect. VII.

d'après Newton. Ce grand phyficien , *Phil. Transf. ibid.* donne la chaleur d'un petit feu de bois , comme plus grande , montant peut-être à son 200 ou 210^e degré ; ce qui correspond à notre $(\frac{210 \times 180}{34} + 32 =)$ 1408^e degré ; & il regarde avec justice un plus grand feu , comme encore plus chaud , particulièrement si on le pousse avec des soufflets.

53. M. Venel , dans ses *Instructions* , n'a pas négligé de s'arrêter à cette circonstance du feu de charbon de terre. Cet auteur compare ce fossile embrasé , pour tous ses phénomènes , aux métaux rougis au feu ; il lui reconnaît une chaleur très-ardente , mais ne s'étendant pas au loin , & d'une expansibilité inférieure à celle du bois ; il fait cependant la distinction des cas dans lesquels cette chaleur est aidée par les soufflets ou par différentes constructions de fourneaux propres à opérer une ventilation : il observe qu'alors le feu de houille peut non-seulement être élevé au plus haut degré , mais encore être porté au loin avec toute sa chaleur , & même sous la forme d'une flamme vive. L'auteur a soin de faire remarquer en même tems , que ce peu d'expansibilité de la chaleur spontanée de la houille brûlante , ne doit point faire croire que cette chaleur soit peu considérable ; qu'elle est au contraire fort vive & très-ardente dans le sein & auprès du foyer , tandis que le feu y est dans sa plus grande force. Cette façon dont l'auteur s'exprime sur ce point essentiel , ne donne , à mon avis , qu'une idée incomplète , & même inexacte , de la flamme & de la chaleur du feu de charbon de terre , annoncées peu expansibles en soi , c'est-à-dire , tant qu'elles ne sont excitées que par la ventilation à peu près nécessaire pour produire & maintenir ces phénomènes. Les personnes qui ne connaissent ce feu que par ce qui se voit journellement dans les villes , chez les petits ouvriers en fer , en prendraient une médiocre opinion. Je crois pouvoir assurer que cette chaleur , dans la manière dont elle se propage , est au moins égale à celle de toute autre espèce de feu : la chose m'a paru telle pendant plusieurs mois que j'ai passés de suite , soit à Liege , soit ailleurs , où l'on ne se chauffe qu'avec de la houille. Pendant deux hivers consécutifs , j'ai usé à Paris de ce chauffage , sans avoir rien changé à la construction du foyer de ma cheminée ; & mon expérience propre m'a confirmé dans l'opinion que , s'il y a sur cela une différence , telle qu'elle puisse être déterminée , les écrivains qui en ont jugé au désavantage de la houille , en ont jugé par des charbons de l'espèce que l'on nomme *faibles* , & nullement par ceux que l'on appelle quelquefois charbons *flambans* , dont la flamme fournit beaucoup de phlogistique , puisqu'elle sort d'un charbon très-bitumineux.

54. EN 1740 , l'ingénieur en chef du Lyonnais , chargé par le ministère de faire des recherches sur ce sujet , a vérifié que les avantages du charbon de

F f ij

terre sont en raison supérieures à celui du bois de hêtre pour la durée & pour la chaleur, comme de cinq à un. L'auteur, qui était de l'académie des beaux-arts de Lyon, fit part de son travail à cette compagnie; les liaisons que je me suis fait un plaisir d'entretenir depuis 1750 avec la société royale de Lyon (a), l'une des premières académies qui m'aient honoré de leur bienveillance, m'ont donné la facilité d'avoir communication du mémoire en entier, avec permission d'en faire usage : l'utilité de l'objet m'engage à profiter de cette liberté.

Observations & expériences sur la chaleur du feu de charbon de pierre & de terre, comparées à celles du feu de bois, faites à Lyon, par ordre de la cour, dans des poêles, en 1740; communiquées à la société royale de Lyon, par feu M. Deville, ingénieur en chef du Lyonnais.

§5. On a pris trois thermomètres, savoir, celui construit selon les principes de M. de Réaumur, placé au nord en plein air; les deux autres posés, l'un dans une grande salle où il n'y avait point de feu, l'autre dans une grande salle de 68 pieds de longueur, sur 29 de largeur, & 16 de hauteur; cette salle, percée de deux portes & de dix fenêtres, cinq au nord, cinq au sud : le thermomètre de M. de Réaumur était à un degré au-dessus de la congelation, les deux autres à 9 degrés & demi au-dessous du tempéré; il était alors sept heures & demi du matin. Au milieu de la grande salle était un poêle non allumé, de 24 pouces de longueur, 15 pouces de largeur, & 27 pouces de hauteur, ces dimensions prises dans œuvre. A cette même heure, on a chargé le poêle de 28 livres de charbon de terre, & de deux ou trois livres de fagot pour l'allumer; & les fenêtres étant fermées, on a mis le feu au poêle. Les portes ont été tantôt ouvertes, tantôt fermées; elles donnent dans l'intérieur de la maison. Le feu ainsi mis à sept heures & demi du matin, a duré jusqu'à sept heures du soir; & pendant cette opération l'on a attentivement examiné le thermomètre de demi-heure en demi-heure, jusqu'à midi que la liqueur s'est trouvée montée dans le tube de 10 degrés & demi; & baissant insensiblement, elle s'est encore trouvée à sept heures du soir à sept degrés & un quart au-dessus de ce qu'elle était à sept heures & demi du matin. La température de l'air a été assez égale ce

(a) La même que celle établie pour la première fois sous le nom d'académie des beaux-arts, en 1713, & confirmée par lettres-patentes en 1724, honorée en 1748 du titre de société royale des beaux-arts par lettres-patentes du roi, réunie par de

nouvelles lettres-patentes en 1758, sous le titre d'académie des sciences, belles-lettres & arts, à une société littéraire formée dès l'année 1700 dans la même ville, sous le nom d'académie des sciences & belles-lettres.

jour-là, les deux autres thermometres n'ayant varié que d'un demi-degré: ce qui établit que c'est absolument la chaleur du poêle qui a fait monter celui de la falle de 10 degrés & demi. Après donc avoir constaté que 28 livres de charbon de terre ont fait monter le thermometre de 10 degrés & demi, on a voulu voir de combien pareille quantité de bois ferait élever la liqueur dans le même thermometre. Pour cela, le lendemain, les choses disposées comme le jour précédent, le thermometre de M. de Réaumur à un degré & demi au-dessus de la congelation, & les deux autres à 10 degrés & demi au-dessous du tempéré, on a mis dans le même poêle de la grande falle 28 livres de bois de hêtre, & deux à trois livres de fagot, & les fenêtres aussi fermées, on a mis le feu au poêle. Le feu ainsi mis à la même heure que la veille, c'est-à-dire, à sept heures & demie du matin, n'a duré que jusqu'à onze heures, & le thermometre n'a monté que de 8 degrés & demi: ce qui fait, dans l'espece présente, deux degrés de différence de la chaleur du charbon de terre à celle du bois. La température de l'air s'est également soutenue durant cette matinée, au rapport des deux autres thermometres. Le résultat de ces deux opérations comparées, est que 28 livres de charbon de terre ont fait monter le thermometre de dix degrés & demi, & ont duré douze heures; que 28 livres de bois n'ont fait monter le thermometre que de huit degrés & demi, & n'ont duré que trois heures: d'où l'on peut conclure que la chaleur du bois est à celle du charbon de terre comme 4 est à 5, la durée de l'un & la durée de l'autre comme 3 est à 12; par conséquent la raison composée comme 12 est à 60; c'est-à-dire, qu'en supposant l'égalité dans la valeur, il y a les quatre cinquièmes à épargner dans l'usage de ce charbon. Mais cette épargne serait véritablement déplacée, si d'ailleurs le charbon dont il est question, pouvait intéresser la santé. J'ai fait là-dessus quelques recherches dans la ville de Saint-Etienne, qui est le lieu où l'on en brûle le plus, & je n'ai point appris qu'il occasionnât aucune maladie particuliere; il n'y a que les poitrines faibles, & principalement les asthmatiques, qui s'en trouvent incommodées, attendu l'épuisement de l'air.

EXPÉRIENCE. Le 23 mars 1740. Dans une grande falle sur le rez-de-chauffée, qui a en œuvre 68 pieds de longueur sur 29 pieds & demi de largeur, & 16 pieds de hauteur, il y a un poêle au milieu, dont la longueur en œuvre est de 2 pieds, la largeur un pied huit pouces, & la hauteur 2 pieds 3 pouces; cette falle a cinq fenêtres au nord, & autant au sud, une porte à chaque fond. On avait laissé quelques fenêtres ouvertes le matin, & un thermometre vis-à-vis le poêle entre deux fenêtres, qui marquait à sept heures & demie du matin 9 degrés & demi au-dessous du terme qui désigne le tempéré. On a mis dans le poêle 28 livres de charbon de pierre, & deux à trois livres de fagot pour l'allumer: on a fermé les fenêtres, & l'on y a mis le feu à sept

heures & demie ; les portes ont été tantôt ouvertes & tantôt fermées, elles donnent toutes les deux dans l'intérieur de la maison :

Le feu mis à sept heures & demie du matin.

A 8 heures le thermomètre était à 7 degrés sous le tempéré.

A 8 heures & demie à 5 degrés.

A 9 heures à 3 $\frac{1}{2}$ degrés.

A 9 heures & demie à 2

A 10 heures à 0 $\frac{1}{2}$ degré au-dessus.

A 11 heures à 0 $\frac{1}{3}$ degré.

A cette heure les pensionnaires sont venus dîner ; il y avait 150 personnes sans compter les domestiques qui servaient (a) ; au sortir du dîner, vers le midi, le thermomètre était à 4 degrés au-dessus du tempéré.

A midi & $\frac{1}{2}$ à 1 degré, &c. dessus.

A une heure à $\frac{1}{4}$

A 1 heure & demie au tempéré.

A 2 heures à 1 $\frac{1}{4}$ degré dessous.

A 2 heures & demie à 2 $\frac{1}{2}$ degrés.

A 3 heures à 3

A 4 heures à 4

A 5 heures & demie à 5

A 6 heures, le feu entièrement éteint, 6 degrés au-dessous du tempéré.

A 7 heures à 6 $\frac{1}{2}$ dessous.

Les pensionnaires sont venus souper, & après le souper le thermomètre était à 2 degrés sous le tempéré.

Le thermomètre de M. de Réaumur était le matin au point du jour à un degré au-dessus de la congelation ; le tems a été tout le jour nébuleux & pluvieux, le matin le chaud & le froid ont été assez uniformes. On a dit que le thermomètre de M. de Réaumur est exposé au nord en plein air. Un thermomètre qui est dans une grande chambre, où l'on ne fait point de feu, était entre midi & une heure au même degré qu'entre sept à huit du matin.

Le 24 mars. Le thermomètre de M. Réaumur, au point du jour, était à 1 degré & $\frac{1}{2}$ sous la congelation ; les choses disposées comme hier, le thermomètre qui est dans la salle de l'expérience marquait, vers les 8 heures que l'on a allumé le poêle, 10 $\frac{1}{2}$ degrés au-dessous du tempéré, c'est-à-dire 0 de glace : on a mis dans le poêle 33 livres de bois de moule de hêtre, & un peu de fagot pour allumer.

A 8 heures & demie le thermomètre marquait 9 degrés.

A 9 heures 6 $\frac{1}{3}$

(a) Cette circonstance est à remarquer.

A 9 heures & demie 4

A 10 heures 2 $\frac{1}{2}$

A 10 heures & demie 2

A 11 heures, le feu éteint, 2 degrés au-dessous; de sorte que la chaleur n'est pas montée aujourd'hui jusqu'au degré qui désigne le tempéré: le thermomètre ci-dessus, qui ne varia pas hier depuis sept à huit heures jusqu'à midi, n'a varié que d'un demi-degré.

De l'effet du feu de charbon de terre sur les chaudières & autres ustensiles de ce genre, chauffés avec ce combustible.

56. PLUSIEURS expériences montrent que le phlogistique fourni par la flamme du charbon de terre, n'est pas pur. Dans les ateliers où l'on travaille le fer, les plus fortes barres, ou grilles de fourneau, sont corrodées en peu de tems: les plaques de fonte, qui couvrent la voûte, sous l'ouvrage des fourneaux de fonderies, sont souvent détruites en un an ou deux; elles deviennent plus cassantes que le verre. La première idée qu'ont présentée ces observations de fait, réunies à l'odeur de soufre qui se fait sentir dans les forges, & dans quelques fourneaux où il n'y a pas de fer, a porté sur un principe sulfureux, allié à ce fossile. Chymistes, physiciens, ouvriers, spectateurs, tous se sont donné le mot pour ne point chercher d'autre cause qu'un véritable soufre brûlant & vorace (a). En même tems, cet effet connu au feu de charbon de terre, d'attaquer le métal qui est exposé à son action, donne lieu assez généralement d'appréhender l'usage de ce combustible dans quelques ateliers où les chaudières & autres ustensiles de ce genre, que l'on a besoin de chauffer continuellement, sont adaptées sur un fourneau, de manière que la chaleur du feu porte, non-seulement sur toute l'étendue du fond extérieur de ces ustensiles, mais agit encore beaucoup sur leurs parois. (b)

57. ON doit convenir qu'il serait difficile de reprocher à un combustible un plus grand défaut que le défaut d'être destructeur, & d'obliger de renouveler trop souvent des ustensiles qui, dans ces manufactures, sont l'agrè-

(a) Nous nous contenterons, quant à présent, de faire remarquer que les anciens chymistes & les anciens naturalistes donnaient le nom de *soufre* à toutes les substances huileuses & à toutes les graisses des trois regnes, aux bitumes, & à toutes les matières inflammables.

(b) Il n'est pas trop facile de voir sur

quel fondement M. Genneté attribue le peu de durée de l'alambic de la machine à feu de Saint-Gilles près de Liège, à l'encroûtement ou dépôt qu'y forment les eaux qui sortent de la veine *Domina*, comme M. de Tilly attribue cet effet dans la machine de Litry, en basse-Normandie, aux eaux de la mine.

principal ; mais l'opinion où l'on est sur cela , est - elle bien fondée , même d'après ce qui se voit dans les forges ? Le forgeron porte sa barre directement dans le foyer d'un feu concentré , & même réverbéré (a) qui a la propriété de scorifier toutes les matières vitrifiables qu'on lui présente , surtout si la flamme est accompagnée d'un degré de feu considérable : ce n'est pas tout , l'ouvrier excite l'embrasement par une ventilation soutenue & réitérée soigneusement. Dans les fourneaux à chaudières , ces chaudières n'éprouvent point la chaleur de la même façon : si le charbon qu'on emploie est du charbon flamant , la flamme qui n'est point la partie la plus chaude du feu , venant à rencontrer à une certaine hauteur le fond du vaisseau , s'y applatit , devient divergente , & perd encore de sa force. La ventilation , opérée par un courant d'air précipité du cendrier dans un foyer espacé , d'où les vapeurs du feu & l'air prennent issue par un débouché , est toute différente de la ventilation des fourneaux de forges : il n'y a donc point de comparaison à faire entre ces deux manières. La question , réduite d'ailleurs à une question de fait , devient facile à résoudre : on ne manque pas de manufactures où l'on se sert de houille pour chauffer les chaudières ; c'est à ceux qui sont à la tête de ces ateliers à prononcer. (b)

§8. QUANT AUX barreaux ou grilles de fer , perpétuellement exposées à l'ardeur de ce feu , on ne peut encore savoir précisément à quoi s'en tenir sur leur dégradation , que dans les grandes manufactures (c). Les grilles des foyers de chauffage & de cuisine , dans les pays où l'on ne se sert que de la houille , durent en général assez long - tems pour qu'on n'ait point fait sur cela de remarque précise ou exacte jusqu'à un certain point. Il est vrai qu'il y a une grande différence dans la manière dont le feu agit sur les grillages qui le contiennent. J'ai cependant voulu observer par moi-même l'effet de ce feu sur une barre de fer qui y ferait , pour ainsi dire , exposée continuellement : je crois utile de rapporter cette expérience , qui n'a été faite par personne. Pendant les deux hivers de 1770 & 1771 , que je me suis chauffé à la liégeoise , la conduite de ceux qui s'étaient chargés de l'entreprise des

(a) En physique on appelle en général *réverbération* l'action d'un corps qui en repousse & en réfléchit un autre , après en avoir été frappé. Réverbérer , c'est frapper une seconde fois. Flamme réverbérée , ou qui se réfléchit sur elle-même.

(b) M. Venel avance que les chaudières de cuivre de la raffinerie de sucre établie à Montpellier , de l'épaisseur de trois ou quatre lignes , exposées continuellement à un feu violent de houille , durent des trente

années. Ce même savant a encore observé que les plaques de fer fondu , qui forment les poêles des étuves de la même manufacture , durent cinq à six ans.

(c) Des barreaux de deux pouces d'écartissage au plus , qui forment les grilles des fours des verreries servies avec de la houille , résistent à ce feu énorme jusqu'à trois ou quatre jours ; & c'est beaucoup , ajoute M. Venel , ce feu étant tel qu'il est capable de fondre le fer.

nouveaux

nouveaux chauffages économiques, m'ayant fait juger qu'elle n'aurait pas de suite (a), je n'avais rien changé à la construction de mes cheminées, & j'avais donné le même conseil à des personnes en place, qui se proposaient de faire arranger leurs cheminées convenablement à ce chauffage particulier. Les grillages, ou *fers à feu*, étaient simplement placés contre la plaque dans une très-grande pièce de mon appartement, où le feu était entretenu du matin au soir, & on ne l'éteignait pas pour la nuit; le grillage, soutenu simplement sur mes ébenets, était plein, & composé sur chaque face de trois barreaux d'un demi-pouce d'équarrissage; ceux qui formaient la longueur du gril, sur le devant & sur le derrière, avaient quatorze pouces de longueur. Afin d'être sûr de l'expérience que je voulais faire, la même face était toujours appuyée contre le contre-cœur de la cheminée; les trois barreaux de cette partie du grillage ont par conséquent éprouvé toute l'activité du feu pendant deux hivers. Voici ce qu'on y a remarqué ensuite: le barreau supérieur était entièrement détruit dans son milieu, & laissait un vuide de deux pouces deux lignes; les portions restantes qui se répondaient l'une à l'autre avaient éprouvé dans leur surface, à commencer à peu près à la moitié de la longueur restante, une diminution telle qu'elles représentaient deux forts pitons, bien aigus à leur extrémité, & abaissés sensiblement à cette extrémité, comme s'ils avaient été ramollis; le barreau suivant, qui était celui du milieu, était aussi diminué dans son calibre, & manifestement déjeté de dedans en dehors, ce qui annonçait qu'il avait aussi éprouvé un amollissement suffisant pour qu'alors il eût cédé de tems en tems au poids de la pile de charbon, chaque fois que ce combustible était dans le fort de l'embrasement.

Caractères de bonté dans les charbons de terre en général.

59. LE charbon provenant d'une mine disposée par veines, & celui qui provient d'une mine en masse, doivent avoir des qualités différentes. Toute impénétrable que soit la nature dans son premier secret de la formation des mines, ce que nous avons dit ailleurs & le bon sens donnent à penser que les mines disposées en couches, bancs ou filons nommés *veines*, resserrées dans une enveloppe qui leur est propre, qui les accompagne par-tout, qui contient, comme dans une barrière, les efflux minéralisans, seront mieux con-

(a) Tant qu'il ne fera rien innové dans ce que j'ai arrêté pour le choix des charbons, tant qu'on ne s'écartera pas des attentions nécessaires pour les façonner, je puis répondre que l'usage de ce nouveau chauffage se maintiendra suffisamment

parmi nous, pour gagner avec le tems. Je m'exprimai en ces termes dans l'avertissement placé à la tête de l'édition in-12, publiée en 1740, des mémoires qui termineront ce dernier article.

ditionnées, plus parfaites; que celles au contraire qui se présentent sous une forme d'entaillement, sont des mines déformées, qui non-seulement ont souffert dans leur union intime, dans leur concrétion originaire, mais qu'elles ont encore perdu, si l'on me permet de m'exprimer ainsi, une partie de leur minéralité. Cette qualité primordiale ne s'y sera pas conservée aussi entière que si elles fussent toujours restées dans leur matrice: elles ont éprouvé, du moins à l'instant du bouleversement dont elles portent toute la marque, un événement qui n'a cessé d'avoir lieu qu'après que tout ce mélange confus a, avec le tems, fait un nouveau corps. (a)

63. DE tout cela il doit résulter, entre les mines de la première & les mines de la seconde espèce, une différence réelle & marquée; on observe même dans ces mines en masse, plus que dans celles qui sont par veines, un défaut d'égalité dans la qualité du charbon qu'elles donnent dans tout le tems de leur exploitation, quelque considérable qu'il puisse être. Cet inconvénient est tel qu'on ne peut jamais espérer ni présumer que toute la masse soit également bonne ou également mauvaise: cela est très-différent dans les mines de la première classe; tant que la veine continue sa marche, elle contient pour l'ordinaire houille & charbon de même qualité; on n'en excepte, d'après l'opinion assez reçue par-tout où l'on connaît de ces carrières, que les charbons superficiels, qui sont réputés d'une qualité inférieure à ceux qui sont plus enterrés. Cette manière de juger de la qualité du charbon minéral, a été discutée section IX de la première partie: on se contentera de faire observer qu'il y a des exemples du contraire. Le charbon pourrait aussi avoir une qualité différente, selon qu'il provient d'une veine en pendage de plature ou de roille. Dans quelques endroits, les houilles qui ont été tirées du milieu de l'eau, paissent pour avoir acquis par ce séjour un degré de bonté: c'est sans doute

(a) Le volume considérable de ces mines de charbon en masse n'a rien qui doive étonner, & qui inspire le sentiment où je suis, que plusieurs mines de charbon sont de ce genre; il doit même s'en rencontrer un plus grand nombre pour ce fossile que pour les mines métalliques, où l'on en connaît d'une grande étendue; tel, par exemple, que celui d'une des quatre mines exploitées du département d'Altemberg, dont M. Hellot fait mention en note dans la traduction de Schlutter, tome II, pages 491 & 492. Il ne s'en trouve point de semblable dans toute l'histoire des mines: il a environ 20 toises de circonférence, & fournit de la

mine d'étain depuis le jour jusqu'à 140 toises de profondeur perpendiculaire. Ces sortes de filons en masse n'ont que rarement une direction réglée; mais ils ont leurs bornes, qui quelquefois est une pierre sèche, quelquefois un roc, que les mineurs appellent *séparateur*, & qui vraisemblablement est ce qu'Agricola nomme *intervenium*, lequel, dit ce savant auteur, est tout-à-fait hors de la portée de la vue, lorsqu'il appartient aux veines dilatées; & au contraire, dans les veines précipitées, qu'il appelle *profondes*, laisse découvrir son sommet, & son pied se perd dans un grand enfoncement.

d'après l'effet avantageux, produit par l'inspersion de l'eau sur le charbon de pierre dans les travaux ordinaires, que cette idée a acquis une sorte de vraisemblance; mais lorsque nous en ferons à examiner les moyens de reconnaître à l'usage le bon charbon de terre, nous ferons voir que cette induction est fautive.

61. DE toutes les circonstances extérieures du charbon de terre, il est des signes qui peuvent aussi mériter attention. Celui qui se fait remarquer le premier, & qui est une des propriétés essentielles de ce fossile, c'est la couleur: nous commencerons donc par nous y arrêter. Les nuances de noir fournissent des renseignements assez justes: s'il est d'un beau noir luisant, on pourra le regarder de la meilleure qualité; ce brillant lui vient de la quantité & de la pureté du bitume: en conséquence, selon qu'un charbon s'en éloignera, il deviendra moins bon; de manière que ceux qui, à l'œil, sont ternes & sombres, qui paraissent plutôt gris que noirs, ne valent rien, & ne tiennent pas le feu long-tems: ceux-là, auxquels je donne le nom de *charbons terreux*, pourraient former une troisième espèce de charbon. Quant à ceux qui sont d'une couleur autre que de couleur noire, comme elle n'est qu'accidentelle, & provenant d'un mélange étranger, on en parlera à leur place. Un caractère qui sûrement n'est point fondé en conjectures, est la consistance. En total, les charbons diffèrent entr'eux, comme on l'a vu dans la première partie, par la dureté & par la friabilité; & souvent on ne distingue les charbons qu'en charbon dur & compact, & en charbon tendre & friable. Le charbon décidément solide, compact, plus analogue à la pierre, & d'un beau noir luisant, tel que celui que les houilleurs Liégeois nomment *charbon ferré*, & à Rivedegier *charbon peyrat*, est en général réputé de bonne qualité: on verra tout-à-l'heure en quoi elle consiste. La manière dont il se sépare quand on le rompt, est encore une annonce assez constante; celui qui se casse quarrément, est en général le meilleur; celui qui se casse, comme ils disent, en filets, d'où on l'appelle *houille toirchée*, *houille flandreuse*, est inférieur. On doit observer que la texture de cette espèce n'est point en fils droits. D'autres sont si tendres qu'ils se séparent en pièces de toutes sortes de formes.

62. POUR décider de l'excellente qualité du charbon, ce n'est pas assez qu'il soit compact, il faut encore qu'il soit pur; on doit entendre par-là, exempt de tout mélange qui diminue, qui gêne son phlogistique, ou qui lui fasse contracter des défauts particuliers: cette netteté se juge par l'intérieur de la casse. Dans la diversité de ces accidens, on peut comprendre des feuilletages pierreux de différente espèce, de différente épaisseur, désignés dans quelques mines par des noms particuliers, comme les gorres dans les mines du Lyonnais, caillettes dans les mines de Montrelais. Le *berg-banck*, qui, selon M. Jars, est un charbon très-pierreux, faisant un lit de quelques pouces d'épaisseur, suivant

G g g ij

toujours le charbon, & qui, dans les mines de Wettin, divise en deux parties la couche de charbon, pourrait aussi être du genre de ces arêtes que les Liégeois appellent *nerfs*. Les matières qui communiquent au charbon une odeur différente de celle qui lui est ordinaire, une senteur infecte & désagréable, doivent être rangées par-dessus tout au nombre des matières étrangères qui altèrent la pureté de ce fossile; elles donnent par elles mêmes, quelquefois à la simple vue, les marques de leur présence: nous en parlerons à part. Le poids du charbon de terre est encore une circonstance de marque (a): l'air contenu dans le charbon de terre ne laisse pas que de contribuer à son poids.

63. D'APRÈS les expériences de M. Hales (b) sur l'air contenu dans les corps, & sur les quantités qui s'en dégagent par la distillation, & par la combinaison avec l'eau-forte, un ponce cubique, ou 316 grains de charbon de Newcastle, a produit par le premier moyen 360 ponce cubiques, c'est-à-dire, 102 grains d'air, ce qui fait le tiers du poids total. Sur pareille quantité de charbon (un ponce cubique) un ponce cubique d'eau-forte a absorbé 18 ponce cubiques d'air, dont 12 furent reproduits les jours suivans.

64. IL est assez naturel de croire que ce fossile est encore plus ou moins pesant selon qu'il est chargé de pyrites; les houilleurs Liégeois donnent à la houille mêlée de pyrite blanche, le nom de *houille argentée*. Moins la houille est légère, meilleure elle est en général; car il s'en trouve qui, quoique légère, est de très-bonne qualité: telle est celle décrite parmi les houilles chaudes, dans la première partie; elle est nommée par les Liégeois *houille à ail de crapaud*, à cause des petites facettes arrondies & luisantes dont elle est semée: on pourrait la nommer *houille à miroirs*, *lithanthrax specularis*.

Qualités de la houille à déduire de la manière dont elle s'embrase & dont elle flambe au feu, de la fumée, de l'odeur qu'elle répand, & du résidu de sa combustion.

65. LES charbons de terre brûlent d'autant plus long-tems qu'ils prennent difficilement le feu; ils se consomment d'autant plus promptement qu'ils s'enflamment plus aisément: ces circonstances sont plus ou moins marquées selon que les charbons sont purs, bitumineux & compacts; ainsi celui qui s'allume difficilement en donnant une belle flamme claire & brillante, comme fait le charbon de bois, en brûlant longuement & durant long-tems avant de se consumer, est réputé de la meilleure espèce. A cet égard, elle a quelque rapport avec les huiles grasses qui s'enflamment plus tard que l'esprit de vin ou que l'esprit de térébenthine, mais dont l'embrasement porte un degré de chaleur bien plus considérable. Si au contraire le charbon de terre se décompose ou se

(a) La pesanteur spécifique du charbon de terre est 1 - 24.

(b) Statique des végétaux.

désunit facilement, s'il se consume aussi aisément qu'il prend flamme, il est d'une qualité inférieure. Une des propriétés du charbon de terre est de s'enflammer en s'enflammant comme l'huile, le suif, la cire, la poix, le soufre, le bois & autres matières inflammables. On doit en général juger avantageusement d'un charbon qui au feu se déforme d'abord en se grillant, & qui acquiert ensuite de la solidité. Les uns, & ce sont les meilleures, comme la houille grasse, le charbon dit *de maréchal*, flambent, se liquéfient plus ou moins en brûlant comme de la poix, se gonflent, se collent ensemble; dans les vaisseaux fermés, ils se réduisent entièrement en liqueur: on remarque que cette espèce ne se dissout ni dans l'eau, ni dans les huiles, ni dans l'esprit de vin. Les autres enfin s'embrasent & se consomment sans donner ces phénomènes. Le charbon de terre est encore de bonne espèce quand il donne peu de fumée, ou lorsque la fumée qu'il répand est noire, quand son exhalaison est plutôt résineuse que sulfureuse, & qu'elle n'est point incommode. Toutes ces circonstances, tant dans la manière dont il brûle que dans les phénomènes résultants au feu surtout, dépendent, comme de raison, de la qualité plus ou moins bitumineuse, plus ou moins pyriteuse, du charbon.

66. Un charbon qui est en grande partie, ou en totalité, bitumineux, brûle fort vite, en donnant une odeur de naphthé: celui qui l'est peu, ne se soutient pas facilement en masse quand le feu l'attaque à un certain degré: il en est qui est d'assez bonne durée; mais le feu dissipant promptement la portion de graisse qui y était alliée, les petites alvéoles ou loges dans lesquelles elle était renfermée, se désunissent, se séparent par petites parcelles, quelquefois assez grandes; ou, selon l'expression des Liégeois, ils tombent en hcurre. Ces sortes de charbons ne peuvent tenir au soufflet, le vent les enlève, & ils sont très-peu profitables au feu; d'autres au contraire, qui étaient friables, sont d'un bon usage, leurs parties se réunissant & se collant au feu.

67. DE même que le bitume est dans quelques charbons le seul principe inflammable, il s'en trouve d'autres qui doivent à la pyrite presque seule leur inflammabilité; la mine de Zwickau en Saxe, celle de Wétin en Misnie, en fournissent de cette espèce. C'est ainsi que les charbons, selon qu'ils sont plus ou moins chargés de pyrite, se consomment plus ou moins lentement: celui de Newcastle est long à se consumer; mais celui de Suntherland, au comté de Durham, qui est très-pyriteux, brûle plus long-temps encore jusqu'à ce qu'il se réduise en cendres. Lister (a) paraît être de ce sentiment, en observant que les charbons de terre durent au feu d'autant plus qu'il y a de pyrite ou de soufre mêlé parmi les matières schisteuses. Ce docteur, au rapport de M. Bertrand, (b) avait un morceau de charbon d'Irlande, qu'on disait pouvoir conserver

(a) *De fontibus medicatis Anglia.*

(b) *Tremblements de terre*, page 313.

avec une couleur rouge la forme qu'il avait, & une grande chaleur, pendant vingt-quatre heures. J'ai tout lieu de croire que ce charbon par son poids & la couleur ressembloit beaucoup à la pyrite même, & n'était absolument autre chose. Il est facile, à mon avis, de décider, les yeux fermés, de la qualité que j'appelle primitive du charbon de terre : l'odeur qui lui est propre lorsqu'il brûle, est variée de manière à en distinguer deux principales. La première est une odeur dépendante de l'espèce d'acide allié avec son pétrole, & que l'usage général taxe d'odeur de soufre, ce qui fait appeler ces charbons *sulfureux* (a). La seconde est l'odeur mêlée qu'exhalent les charbons que je distingue par le nom de *pyriteux*, & qui se rapproche véritablement de l'exhalaison sulfureuse plus ou moins décidée, & qui pourrait plutôt que les autres les faire appeler *sulfureux*.

68. PERSONNE, selon moi, n'a mieux défini que le célèbre M. Hoffmann, la nature du charbon de terre qu'il a observé; les expressions dont il se sert pour spécifier celui de Wettin & de Loebegin, renferment tout, & sont d'un observateur attentif. Celle de *bituminofo-sulphurei*, appliquée aux charbons de Wettin, caractérise dans ces charbons la présence du bitume dans une proportion au moins égale à la pyrite; & celle de *sulphureo-acidi* indique dans ceux de Loebegin la pyrite surabondante au bitume. Notre célèbre écrivain établit par-là d'une manière exacte & précise la disparité des charbons à raison de la diversité du phlogistique qui fait leur partie constituante, & à raison de la diversité de la proportion dans laquelle il y est uni. Cette différence de combinaison influe nécessairement pour beaucoup sur l'odeur différente qui s'exhale du charbon de terre dans sa combustion, ainsi que sur les différentes espèces de ce même fossile, que font appercevoir les opérations chimiques.

69. J'ai recueilli un très-grand nombre de ces analyses faites en différens pays par plusieurs savans sur différens charbons. En mon particulier, j'en ai fait plusieurs dans le laboratoire de l'hôtel royal des Invalides, avec M. Demachy, M. Parmentier & M. Desyeux. Je ne saurais trop répéter que, de toutes ces analyses qui forment un tableau des plus intéressans, il résulte incontestablement que l'idée reçue de l'existence du soufre dans les charbons de terre quelconques, n'est pas aussi fondée qu'elle avait paru l'être (b). Il se déclare en

(a) Le tage kohlen de Loebegin, & surtout de Wettin, est semé de lames minces sulfureuses, comme la pyrite, indice ordinaire de soufre, & comme le god-silber.

(b) M. de Genflane, dans son *Hist. nat. du Languedoc*, assure que le charbon de terre renferme tous les principes du soufre, & que, dans le moment de la combustion,

ces mêmes principes se développent, se combinent ensemble, & forment un véritable soufre. Il porte à cet égard les choses plus loin que personne; selon lui, le charbon de terre est une mine de soufre plus caractérisée que la pyrite même, parce que ce dernier fossile ne contient que le principe acide, qui dans la calcination se combine avec le

effet dans la combustion de ce fossile une exhalaison plus ou moins décidée, plus ou moins fugace d'acide sulfureux volatil; dans les charbons pyriteux ou *sulphureo-acides*, elle paraît plus caractérisée que dans ceux que j'appelle charbons *bitumineux* (a). Nous laissons aux chymistes l'explication de cette combinaison artificielle, ou de cette exhalaison d'un principe sulfureux qui se reconnoît pareillement dans des cas où l'on n'a point à l'imputer au charbon de terre. Un poêle de fonte de fer, par exemple, qui n'est échauffé que par le brasier qu'il contient, répand dans l'étuve échauffée par ce poêle, une odeur sulfureuse incommode; & son effet est d'autant plus violent que le feu est ardent, que le poêle est neuf, que le lieu est clos, &c. On sent pour l'ordinaire, quand on allume les fourneaux, une odeur de soie de soufre, quelquefois même de soufre brûlant. Dans la fonte en fusion, & dans les forges, cette exhalaison est considérable, & la plupart du tems elle provient autant du fer rouvert que du charbon de terre. Au lieu de cette odeur simplement bitumineuse, ou simplement sulfureuse, pour me servir de l'expression commune, il en est de différentes & particulieres à quelques charbons. Celle qu'exhalent les charbons nommés à Liege *bouxures*, est très-pénible à l'odorat (b), ainsi que ceux qui

principe inflammable du bois ou du charbon, & donne le soufre; au lieu que le charbon de terre contient tout à la fois le principe acide & le principe inflammable.

(a) Voyez la these soutenue aux écoles de médecine de la faculté de Paris en 1771, corollaire II, page 5, & coroll. III, p. 7.

(b) Le mot *brasil*, par lequel on désigne dans quelques mines d'Angleterre une sorte de métallisation ou de *marcasites*, sans doute à cause de leur couleur de cuivre jaune, appelé du même nom *brasil*, qui est aussi celle de plusieurs pyrites dont plusieurs charbons de terre sont semés, fournirait une explication plausible de la dénomination de la troisième couche de la mine de charbon de Weidneisburj, appelé *corn* ou *brasil*, qui pourrait bien n'être autre chose qu'une *bouxure*. M. Gennet, dans la description des veines de la montagne S. Gilles à Liege, avance que la douzième veine, dite *Domina*, placée sous un lit de bouxures qui se rencontrent même dans le corps de la veine, pue tellement quand elle brûle, qu'on est obligé de quitter l'endroit; il ajoute que la fumée produite par ce charbon, tombant sur les habits, les

brûle, comme ferait la chaux vive. Je puis assurer que ces deux allégations sont absolument imaginaires. La première pourrait se soutenir quant aux bouxures, relativement à la vapeur qui en résulte; aussi n'en fait-on point d'usage à cause de cette odeur pénétrante, approchante de l'odeur d'ail ou de l'arsenic, produite peut-être par la présence de quelque partie de zinc connu pour être inflammable, & à la génération duquel on fait que la pyrite concourt; d'ailleurs la bouxure proprement dite n'est point un charbon de terre. La seconde allégation qui se rapproche fort des dires ordinaires, quant aux charbons de terre, a été avancée avec quelques différences de termes dans un écrit très-grave & très-sérieux par son objet: elle sera discutée en particulier. M. Venel prétend que l'exhalaison légère d'*acide sulfureux volatil*, qui n'est pas différente de la vapeur propre au soufre brûlant en plein air, ne se remarque dans les charbons de terre qu'avant leur entière destruction au feu, & uniquement à l'instant où le feu est languissant ou expirant. Ce savant pense que c'est ce que les Liégeois ont voulu exprimer par le mot *pouxures*; mais en cela

sont semés de poutnures. Ces petits nerfs appelés *poutnures*, produisent dans les charbons qui en sont semés la même vapeur incommode, désignée dans les charbons de bois par le mot *fumeron*, & par les Allemands *brand* (a). On trouve encore dans plusieurs pays des charbons dont l'exhalaison est d'une nature contraire à la santé, comme à Peterwits près Dresde, & dans plusieurs autres pays. Ce sont sans doute ceux dont parle Boetius de Boot (b), & probablement c'est une semblable espèce dont le commerce a été interdit il y a une vingtaine d'années par un arrêt du parlement de Metz (c). Il en est particulièrement une espèce, qui est la plus sujette à donner une odeur, non-seulement fétide & désagréable, mais encore nuisible. Il est facile de la reconnaître au premier coup d'œil avant de l'employer : elle est remarquable par une couleur changeante, pareille à celle que l'on voit à la surface des eaux minérales ferrugineuses, ou sur les verres restés long-tems en terre ou exposés à l'air. Les minéralogistes ont distingué une espèce d'antimoine ainsi coloré, par la dénomination *couleur de gorge de pigeon*, les Anglais par celle de *queue de paon*. J'ai parlé ailleurs de ce charbon *verron*, ainsi que du *schelly veim*, qui annonce son voisinage (d). Il n'y a pas de pays où l'on ne rencontre de ce charbon : il s'en trouve dans plusieurs de nos mines de France, où il n'a point reçu de nom particulier de nos ouvriers. Les charbonniers Anglais sont les seuls qui l'aient distingué par une dénomination particulière ; peut-être les Allemands ont-ils voulu le désigner

il n'a point pris garde à la distinction que j'ai faite de ces poutnures & des bouxtures, qu'il a confondues mal-à-propos.

(a) Je n'ai pu vérifier si la houille de Cantabre, dans le diocèse de Vabres, dont parle M. Venel, & qui exhale une odeur fétide dans les premiers tems de sa combustion, est de cette espèce, à moins que ce ne soit une houille de l'espèce de celle d'Aubaigne. J'ai cependant trouvé depuis mes premières observations, que ce charbon d'Aubaigne, brûlé long-tems après avoir été tiré de la mine, ne répand plus cette mauvaise odeur.

(b) *Ob eam quæ pollent virtutem, majoris efficacia quam ulla ligna, ignem efficiunt, capiti tamen ob virulentos habitus multum incommodi afferunt.*

(c) M. de Genflane, chap. I de l'*Histoire naturelle du Languedoc*, fait mention d'une espèce qui m'est totalement inconnue. D'après ce qu'il en rapporte, il appartient à

une veine qui s'exploite près du Pont-Saint-Esprit ; il s'y rencontre assez fréquemment de très-beaux morceaux de succin, si pur & si transparent, qu'à l'odeur près on le prendrait pour de l'ambre. Je ne puis me défendre du doute que j'ai que ce soit véritablement du charbon de terre, mais seulement du *charbon de bois tourbe* : il ajoute que la fumée & l'odeur de ce charbon sont si pénétrantes, qu'elles infectent, même à une distance assez considérable, les raisins des vignobles circonvoisins des fours à chaux où on l'emploie.

(d) J'avais cru que cette expression désignait uniquement la texture feuilletée ou écaillée de ce lit ; mais j'ai vu dans le cabinet de M. le Sage, mon confrère à l'Académie des sciences, un morceau de cette couche, semée en effet de débris de coquilles, ayant encore une partie de leur nacre, parmi lesquelles on distingue une moitié de telline.

par

par l'expression *azur-kohl*. La veine de la houillère du Bois-Pedé, au duché de Limbourg (*a*), nommée l'*Inconnue*, découverte par M. le mayeur Firket, qui l'a exploitée le premier, donne un charbon de cette espèce, des plus puans & des plus mal-sains. Je crois devoir à cette occasion ne point passer sous silence une remarque qui paraît confirmer le sentiment de M. Triewald. Ce n'est que dans la partie de cette veine, placée entre deux failles, & de six poignées environ de hauteur, que le charbon est coloré de cette manière. Lorsqu'au sortir du bois la veine reprend son allure, dans les prairies du château & dans la campagne de Houze, elle est très-brune, quoique réduite à quatre bonnes poignées de hauteur.

70. SANS nous arrêter à examiner ici d'où cette couleur rouge mêlée est particulière à ce charbon, il suffit d'être prévenu qu'en général celui qui est de cette espèce est regardé comme très-nuisible au fer, *venenum ferri*. On n'a pas de peine à concevoir que tous les différens changemens que le feu opere sur différens charbons, dépendent de leur composition ; & attendu qu'elle peut quelquefois être jugée en général au seul coup-d'œil, il est de même possible de juger d'avance une partie de ce qui doit résulter de la combustion d'un charbon dans lequel l'argille ou la glaise dominera, ou de la combustion d'un autre charbon, qui annoncera, comme c'est le plus ordinaire, une base martiale.

71. PAR l'épreuve du feu, & par le résidu de l'ignition du charbon de terre, on distingue trois espèces de ce fossile : il en est, comme, par exemple, la houille grasse, que le feu réduit toute en cendres ; parce que, selon M. Hill, cette espèce contient plus de bitume pur. Ce produit, appelé par les Anglais, du moins à Newcastle, *fraisil* (*b*), présente dans quelques houilles des variétés de couleur. Les cendres du charbon d'Uison sont blanchâtres ; le charbon de Suntherland donne des cendres rouges qui annoncent une base martiale. Quelques charbons, comme la houille maigre, demeurent noirs après la combustion, & laissent un corps poreux, léger, spongieux, très-sensible à la pierre-ponce. Ce qui reste de quelques autres, lorsqu'ils sont entièrement brûlés, est cette masse nommée *mâchefers*. Les charbons d'ardoise en donnent beaucoup, & demandent un feu léger & découvert : par cette raison, ils ne peuvent point aller dans les forges ; mais ils servent seulement pour les besoins du ménage.

72. CETTE masse scorifiée est différente selon la matrice glaiseuse ou pier-

(*a*) A Houze, appartenante à l'abbaye du Val-Dieu.

(*b*) Il paraît que cette expression désigne particulièrement les cendres de charbon de terre en général, soit qu'elles soient en poussière, soit qu'elles soient pelotonnées

ou rassemblées sous une forme concrète ; de manière qu'un charbon éteint, à demi consumé & recouvert de ce poussier cendreux, est quelquefois appelé *fraisil*, nom donné dans quelques ateliers au poussier de charbon.

reuse du charbon qui a subi l'action du feu ; dans quelques-uns, ce résidu ressemble beaucoup au laitier. Les chymistes instruits que l'argille n'est point propre à dégénérer en scories, & qu'il n'en est pas de même de la glaïfe, sont par-là en état de juger de la nature de la terre qui est entrée dans la première composition de la houille, & de l'espèce de feu, de chaleur, que peut donner tel ou tel charbon. Il est donc important de rassembler ici, pour le choix des charbons à employer au chauffage & à d'autres usages, les connaissances que nous avons cherché à inculquer, pour aider à distinguer les espèces qu'on appelle à Liege *maigres, fortes, grasses, chaudes, moyennes, douces, tendres*, &c. La manière de désigner la houille ou le charbon par ces épithètes, s'applique également à la houille & au charbon ; elle est néanmoins plus usitée quand on parle des charbons. A Liege, on se sert plus communément des qualifications *gras, chaud*.

73. POUR commencer par les houilles, on a vu, dans la première partie, ce que c'est que la houille grasse, & ce que c'est que la houille maigre. La houille chaude, à beaucoup d'égards, est meilleure que la houille grasse ou forte ; par exemple, pour les verreries, les brasseries, les briqueteries, les chymistes, les métallurgistes. A son défaut, on se sert pour ces usages du charbon moyen, ou de la houille moyenne, qui est une houille douce, communément appelée *houille à usine*, parce que les forgerons & les maréchaux s'en servent aussi pour échauffer leur fer. Les houilles employées seules, ou quelquefois avec du charbon léger en boulets ou pelotes à l'apprêt économique, font du menu charbon gras. Un charbon qui peut être employé seul, s'appelle *charbon moyen*, parce qu'avec ce charbon l'on mêle à peu près un quinzième de *dieille* ou d'*argée* : cette houille moyenne, ou ce charbon moyen, sont préférables à tous les autres pour les cuisines (a). Pour chauffer les casseroles, & faire les ragoûts sur les fourneaux, on emploie seulement les *krahais* ou braïsons de houille maigre.

74. POUR les charbons, c'est le contraire des houilles ; on fait peu de cas des charbons maigres, chauds ou légers (car c'est la même chose), ne pouvant être employés qu'avec un mélange d'un quart, d'un tiers, de trois quarts ou de deux tiers de charbon fort : aussi ils sont réservés pour la cuisson des briques, & pour les chaudières. Ce qu'on appelle *charbon doux, charbon tendre*, n'est autre chose que de la *terroule*, dans le sens que l'entendent les Liégeois.

Du charbon de terre pour les ouvrages de forge & pour les travaux métallurgiques.

75. LA propriété combustible du charbon de terre a dû nécessairement,

(a) M. Triewald estime que les charbons provenant des veines en roïsses, sont les meilleurs pour ces deux usages, des cheminées & de la cuisine.

dès le premier instant qu'elle a été reconnue, être appliquée à tous les travaux qui s'exécutent par le moyen du feu, principalement à ceux qui demandent un feu vif, une chaleur forte & active. Les métallurgistes qui ont besoin, pour toutes leurs opérations, d'un combustible singulièrement actif, par l'énergie de la chaleur résultante de l'embrasement, n'ont pas été sans doute les derniers à employer le charbon de terre dans leurs ateliers, pour chauffer leurs fourneaux de fonderie, de macération, d'affinage, de chauffage, &c. Mais on s'est bientôt aperçu que ce fossile ne présentait pas à beaucoup près, pour toutes les opérations de métallurgie, les avantages que l'on croyait d'abord pouvoir se promettre, soit par sa chaleur trop active, soit par quelque principe qu'on ne connaît pas encore, quoique qualifié expressément *sulfureux*. Le charbon de terre, suivant ses différentes qualités, nuit aux fontes de métaux dans différens degrés; il en a été banni, & est resté le combustible des petites forges, où il n'est question que de ramollir le fer, & de lui donner des formes particulières, comme font le ferrurier, le maréchal, & autres de ce genre: encore est-il vrai, comme nous aurons bientôt occasion de le faire voir, que la pratique ou plutôt la connaissance expérimentale des charbons de terre dans ces ateliers, quoique suffisante pour les ouvrages grossiers qui s'y exécutent, n'est pas bien précise.

76. COMME nous avons fait un article à part du fer considéré à la forge, nous examinerons d'abord séparément le charbon de terre dans cet atelier, par rapport aux différentes qualités qui peuvent y être employées, & aux manières de juger celles qui conviennent à ces ouvrages. Nous nous attacherons ensuite d'une façon particulière à donner une connaissance exacte du procédé par lequel on peut parvenir à rendre ce fossile propre à plusieurs opérations importantes de métallurgie. Nous passerons de là à celles des opérations métallurgiques auxquelles ce combustible est effectivement appliqué, ou peut l'être; en nous bornant cependant à exposer sommairement ou à indiquer les principales.

77. LE pere Grammont, dans la lettre envoyée au docteur Maty, que j'ai citée plus haut, rapporte que les Chinois prisent beaucoup, pour l'usage de leurs forges, le charbon qui pétille & qui se brise au feu (a); quand la flamme en est bleue, le feu en est très-ardent: mais ils regardent alors le charbon de mauvaise qualité, parce que, selon eux, le soufre y domine.

78. PARMI nos ouvriers en fer, les charbons réputés les plus propres à la

(a) Ils attribuent ces effets à l'abondance du nître. Cette propriété de pétiller au feu, connue aussi dans les charbons de bois, paraît moins marquée dans les charbons de bois tendre que dans ceux qui sont

d'un bois plus compacte; ceux qui ont pris de l'humidité, pétillent aussi & s'écartent de toutes parts, en conséquence de l'explosion que leur cause l'humidité.

forge sont de l'espece compacte & pesante, se réduisant en scories, & tenant plus du principe *bitumineux* que du principe nommé par les ouvriers *soufreux*; ce qui les fait durer plus long-tems au feu, & donner une flamme plus vive, plus constante. Cette adoption par préférence d'un charbon bitumineux, c'est-à-dire, gras & non soufreux, est un motif raisonnable de suspecter, au moins dans les travaux de forges, l'usage de toute espece de charbon qui donne des indices de soufre, & d'exclure en conséquence les charbons que j'appelle *pyriteux*; à moins qu'en les mêlant avec ceux que l'on nomme *bitumineux*, on ne leur rende le principe huileux qui leur manque, ils paraissent devoir être exclus de ces ateliers (a). C'est particulièrement pour les ouvrages en fer, que la consistance, le poids, & autres renseignements tirés de l'extérieur du charbon de terre, ont besoin d'être décidés par l'expérience, soit qu'ils puissent être employés seuls, soit que, par raison d'économie, on cherche à marier un charbon faible avec un plus fort, soit lorsqu'il est nécessaire de mêler un charbon de moindre qualité avec un meilleur, pour corriger ce que les charbons inférieurs ont de défectueux, & leur ajouter ce qui leur manque; c'est ainsi que les charbons de Newcastle se mêlent avec ceux d'Ecosse, qui ne sont pas si bons pour la forge, quoiqu'en Ecosse ils y soient employés.

79. DANS tous les pays à charbon, ce mélange est un point essentiel: mais il paraît que, dans un même atelier, tel charbon est préféré par quelques ouvriers, & peu estimé par d'autres; que tous ne portent pas un jugement uniforme sur un même charbon; & qu'en conséquence ils ne se conduisent pas de la même maniere lorsqu'ils marient différens charbons ensemble. Nos ferruriers de Paris, qui n'ont que trois especes de charbons de terre

(a) M. Venel a cependant fait une remarque intéressante sur un charbon de Languedoc, qui est de nature pyriteuse; c'est celui de Carmaux, nommé à Bordeaux *charbon de Guillac*, lieu de son entrepôt. Ni dans les premiers instans de la combustion, ni dans aucune circonstance particulière, cette houille, quoique pyriteuse, ne donne pas le moindre vestige d'exhalaison d'un principe sulfureux quelconque; elle se comporte dans le feu comme parfaitement exempte de tout alliage de soufre; & il ajoute qu'à la forge elle ne produit pas sur le fer le même effet rogeant & calcinant de la houille de Fuveau, qui est aussi pyriteuse; d'où il conclut que les houilles de cette

nature peuvent être propres aux forgerons: il appuie encore son opinion sur la houille de Fims en Bourbonnais, principalement employée pour les forges des maréchaux, ferruriers, taillandiers, &c. & il la dit singulièrement marquée de taches pyriteuses. J'aurais fort désiré être en état d'apprécier moi-même l'observation & l'opinion de M. Venel, que je ne crois pas bien exactes: il eût été pour cela nécessaire que je connusse par moi-même la houille de Carmaux & la houille de Fuveau; mais je n'en ai pas trouvé dans ma collection: je puis seulement assurer que ce savant a été induit en erreur par l'échantillon de charbon de Fims, d'après lequel il a porté son jugement.

à employer, estiment que celui d'Auvergne (a) est fableux, qu'il ne se sou-tient pas au feu, ne donne que du mâchefer, & ne produit pas beaucoup de chaleur. Celui de Moulins passe pour donner le plus de chaleur, & est très-bon, mêlé avec celui d'Auvergne. Le charbon de Saint - Etienne est regardé le meilleur après celui de Moulins; il y a plus d'acquit à s'en servir; il est parfait lorsqu'il est en gros morceaux, & non en menus. Ces trois charbons, mêlés ensemble dans des proportions étudiées, sont très-bons: ils rendent au feu la barre blanche, & ne craquent point le fer.

80. DANS l'épreuve du charbon de terre à la forge, qui est un moyen sur lequel on peut compter, les renseignemens que donne ce fossile sont de deux sortes: les uns se marquent au feu, les autres sur le fer. Au feu, ce sont sa durée, sa flamme, sa chaleur, la manière dont il s'y comporte en s'élevant en forme de voûte; ce qui le rend très-propre à forger le fer, la consistance, la durée de l'espece de croûte qu'il forme.

81. LES ouvriers donnent comme un signe décisif d'excellente qualité, lorsque ce fossile brûle & chauffe mieux étant humecté ou arrosé d'eau. Personne n'ignore l'usage où ils sont de le tremper, pour y ajouter, à ce qu'ils imaginent, une qualité, ou pour augmenter celle qu'il a. On fait encore que cette propriété de l'eau d'augmenter l'inflammation des bitumes, est avancée par des auteurs anciens (b). Cette propriété reconnue dans le plus grand nom-

(a) C'est-à-dire, celui qui vient aujourd'hui des mines de cette province, & qui est décidément inférieur à tous les autres; car autrefois il en venait de très-bon de la mine de la Fosse, abandonnée en 1768, qui a été reprise en 1774, appelée maintenant mine de Sadourny. Ce que j'ai vu de cette nouvelle fouille, est en masses vraiment pierreuses, très-dures, & difficiles à mettre en morceaux; elles se séparent en pieces de forme & de volume incéaux & différens comme les corps pierreux; c'est une réunion de parcelles de charbon micacées, disposées quelquefois en petites bandes ou filets confus & interrompus: le charbon est beau, éclatant & argentin. Cette dissémination abondante, quoiqu'irrégulière, de charbon, fait que ces grosses pierres, en s'échauffant, rouissent peu à peu, prennent feu en bouillonnant à l'extérieur, se gonflant, se collant, se gercant, se fendant & se tourmentant comme les

masses d'argille devenues compactes & pier-reuses; elles donnent une flamme rouge, foncée & ardente, accompagnée d'une bonne fumée, & se consomment comme l'argille en cendres grises; quelques portions donnent des cendres rouges: le pous-sier de ce charbon ne paraît pas se coller, & paraît n'être que de la terre. On vient aussi de reprendre la mine appelée la *Taupe*, qui était souillée il y a environ cinq ans à la profondeur de 36 pieds, & qui avait été fermée, afin de faire passer le charbon de la Fosse. Cette nouvelle fouille, qui a aujourd'hui 45 pieds de profondeur, tombe dans ce qu'ils appellent en Auvergne une *carpe de charbon*.

(b) *Aqua accenditur, oleo vero ref-tingitur; quod in fabrorum officinis quo-tidie observare licet; qui aquam in accen-sos carbones spargunt, ut nimis expansum calorem reprimant, ac in centro vividio-rem ignem efficiant.* AGRICOLA.

bre de houilles, de donner une plus longue braise quand elles ont été mouillées, n'est cependant pas si particulière qu'elle ne puisse être entendue & expliquée de plus d'une façon. Le feu, quand il agit en force suffisante, produit des effets d'autant plus grands que son action a été plus retardée; quand une fois cette action devient victorieuse, elle dilate, elle agit avec d'autant plus de promptitude, & d'une manière d'autant plus complète, que les parties de cette masse lui ont opposé plus de résistance avant de céder. Ainsi, quoique le charbon de pierre mouillé ait plus de peine à s'allumer, le feu en dure effectivement davantage: l'ouvrier, quand il s'aperçoit que son fer brûle un peu trop à la superficie (a), ramasse encore son charbon allumé, l'aspersion de nouveau avec de l'eau, pour concentrer la chaleur, rendre son feu plus actif, & plus fort & plus long-tems. En effet, il forme par ce moyen une espèce de voûte, dont il empêche soigneusement l'embrasement, sous laquelle le feu, comme dans un petit fourneau de réverbère, se concentre & exerce presque entièrement son action sur le métal qu'on chauffe: tout cela est pour diriger la vivacité de son feu à volonté, & selon le besoin, en retarder la conformation, & non précisément pour l'animer.

82. L'IDÉE des forgerons n'est donc qu'une induction à leur guise de ce que leur apprend l'expérience, puisqu'il est aisé de concevoir que les parties du charbon allumé que l'on a mouillées, ne pouvant se dissiper & se heurter violemment, le feu doit, de toute nécessité, en devenir plus concentré. Cette propriété de l'eau, au surplus, sur le charbon de terre au feu, souffre des exceptions, & peut en souffrir. On rencontre des espèces de charbons, tels que, par exemple, ceux que j'appelle *pyriteux*, qui certainement ne prendraient point feu si l'on y jetait de l'eau. Le contraire, qui en effet s'observe plus communément, est donc encore à expliquer. Cela tient-il à la qualité de ces charbons de terre? cela ne pourrait-il pas dépendre des veines d'où ils ont été tirés? Quelques charbons sont sujets aux inflammations spontanées (b), & peut-être à occasionner des tremblements de terre. Les physiciens ont observé que ceux qui sont les plus disposés à former un incendie souterrain, sont ceux qui sont placés assez superficiellement en terre pour que les premières couches qui les couvrent ne fassent pas obstacle à ce que les charbons puissent recevoir l'action de la chaleur du soleil. Y aurait-il quelque rapport de cette particularité à celle

(a) On dit que le charbon brûle le fer, lorsqu'il en détache trop d'écaillés & de scories.

(b) M. Venel regarde ces embrasements de houille comme douteux. M. le chevalier de Solage, propriétaire des mines de Carmaux, dont le charbon a cette qualité de

s'échauffer, même fort peu de tems après qu'il est mis en tas, a remarqué sur cela, que le plus grand effet de cette chaleur avait été de brûler sourdement, c'est-à-dire, de noircir ou de couvrir d'une couche légère de charbon, des morceaux de bois qu'on enfonce dans le tas.

de la situation superficielle des houilles dans la mine ?

83. Si l'on veut discerner au feu, c'est-à-dire, par l'essai, le bon charbon de terre d'avec le mauvais, on posera un soc de charrie, ou un morceau d'acier quelconque, sur un morceau de fer ; si le charbon est de bonne qualité, l'acier est aussi-tôt joint avec le fer ; quand il est mauvais, l'acier est plus long-tems à se joindre, & il faudra augmenter la quantité de charbon. *L'Avant-coureur*, n. 36, septembre 1769, a publié une méthode, éprouvée par M. de M . . . pour juger de la qualité des charbons, relativement à l'usage qu'on en fait le plus communément. Elle consiste " à remplir un creuset du charbon que l'on veut éprouver, à placer au milieu de ce charbon un ou deux petits barreaux de fer, & à tenir ce creuset exactement luté au plus grand feu, pendant cinq à six heures, dans un fourneau de fusion, ou même au feu de la forge. Si le charbon est de mauvaise qualité, il se formera à la surface du fer, pendant cette espèce de cémentation (a), une croûte qui sera d'autant plus épaisse que le charbon sera d'une qualité plus inférieure ; on peut s'assurer que cette croûte n'est pas formée par le charbon, mais que c'est réellement une portion de la substance du fer ; en en détachant quelques parties, & les présentant à l'aimant, elles seront sur-le-champ attirées, parce que le fer brûlé dans les vaisseaux clos conserve cette propriété. (b) »

84. EN 1774, le ministre de la marine fit faire, dans les ports de Rochefort & de Brest, des épreuves de comparaison de deux espèces de charbons, & de celui d'Angleterre : dans l'extrait qui a été imprimé de ces épreuves, un de ces charbons n'est point nommé (c) ; l'autre est celui de Saint-Georges, dont nous avons fait connaître la qualité d'après M. de Voglie, & que le procès-verbal du subdélégué de Saumur en 1757 déclare s'être trouvé, dans un essai fait à la verrerie de Saint-Florent, d'une qualité inférieure pour ces fontes à celui du Forez, de plus d'un cinquième. Ce charbon de Saint-Georges pèse sept livres par pied cube plus que celui de * * *, & cinq livres plus que celui d'Angleterre ; on attribue cet excédant de pesanteur à une plus grande quantité de parties onctueuses.

(a) *Cémentation*, prise dans le sens le plus étendu, est une opération chimique, par laquelle on applique des métaux enfermés dans un creuset, dans une boîte de fer, même dans une cornue, & stratifiés avec des sels fixes, avec différentes matières terrestres, & quelquefois des phlogistiques, à un feu tel que ces métaux rougissent plus ou moins, mais sans entrer aucunement en fusion.

(b) Ce que l'on nomme *battitures*, & qui

est une chaux, *calx martis*, qui se détache par écailles du fer rougi & calciné, sont du fer privé d'une bonne partie de son phlogistique, mais qui en conserve assez pour être entièrement attirable par l'aimant.

(c) Les mêmes raisons que j'ignore encore, pour lesquelles on a simplement désigné ce charbon sans le nommer, ont empêché que je n'aie pu savoir de quel canton il est ; vraisemblablement c'est de quelque mine voisine.

85. On a remarqué, dans la première épreuve faite à Brest, que ce charbon a offert un intérieur de la plus grande netteté, qu'il est d'un noir plus foncé, qu'il paraît plus gras & plus liant que celui de ***; il en a résulté, dans cette épreuve, une économie de matière assez considérable. Dans la première épreuve, faite à Rochefort, il a été trouvé pour la qualité, la durée au feu, & la chaleur qu'il rend presque au même degré que le charbon d'Angleterre, supérieur en tout à celui auquel on le comparait. Ces épreuves imprimées en extrait (a), nous ont paru pouvoir servir de modèles, pour se rendre compte à soi-même, ou dresser un rapport de semblables opérations; ce qui nous détermine à donner ici cet extrait.

*Extrait des épreuves faites par ordre du ministre de la marine dans les ports de Brest & de Rochefort, des charbons de Saint-Georges-Châtelaillon, d'Angleterre, & de ***.*

Extrait du procès-verbal de la seconde épreuve faite à Rochefort.

86. Nous avons jugé, après l'essai, que celui d'Angleterre a le feu plus vif, chauffe un peu plus promptement le fer que celui de Saint-Georges; que ce dernier forme également bien la voûte; qu'il diffère peu en bonté de celui d'Angleterre, & qu'il est bien supérieur à celui des mines de ***, qui a peu de consistance, & rend beaucoup de craie; celui de Saint-Georges n'en fournit guère plus que celui d'Angleterre: la conformation est à peu près la même dans l'emploi: il chauffe bien le fer, n'est point sulfureux, & dure assez long-tems à la forge; conséquemment nous l'avons reconnu de bonne qualité, & très-propre à être employé pour le service du roi. En foi de quoi, nous avons signé, collationné par ordre du roi.

Signé, VALLIET.

(a) Petit in-4°. de quatre pages.

Extrait d'une premiere épreuve faite à Brest les 19 & 20 décembre 1774.

CHARBONS DE ***		CHARBONS DE S. GEORGES.	
Charbon délivré . . .	500 liv.		600 livres.
A resté après l'ouvrage . .	86		152
Employé	414		348
Charbon non-conformé . .	52		84
Cendres	120		64
Fer délivré	225		225
Mâchefer	23		23
Corps mort forgé (a) . .	192		194
Fer de retailles (b) . . .	7		4
Déchet	25		26
Nombre de chaudes . . .	10		9
Durée de l'ouvrage, 4 heures $\frac{1}{2}$			4 heures 41 minutes.
Nombre d'hommes, 12			12

La voûte du four que ce charbon a formé a été d'une assez grande solidité pour supporter après la premiere chaude trois coups de pelle sans être entamé, & a duré jusqu'à la quatrieme chaude; la flamme paraissant grasse, & d'un blanc jaunâtre; son feu concentré est très-vif; ces qualités sont l'effet d'un grand nombre de parties huileuses qu'il contient. Ce charbon est d'un noir plus foncé, paraît plus gras & plus liant que celui de ***. Il en a résulté une économie de matiere assez considérable.

Extrait de la seconde épreuve faite à Brest avec du charbon extrait de la mine de Saint-Georges depuis plus de deux ans.

CHARBON DE ***		CHARBONS DE S. GEORGES.	
Charbon délivré	500 liv.		500 livres.
Resté après l'ouvrage . .	190		185 $\frac{1}{2}$
Employé	310		314 $\frac{1}{2}$
Charbon non-conformé . .	89		92 $\frac{1}{2}$
Cendres	57		45
Fer délivré	225		225
Mâchefer	28		33 $\frac{1}{2}$
Poids du corps forgé . . .	180		168
Fer provenant des retailles .	4		7 $\frac{1}{2}$
Déchet	40		49 $\frac{1}{2}$
Nombre de chaudes. . . .	12		13
Durée de l'ouvrage, 5 heures 55 minutes.			6 heures 50 minutes.
Nombre d'hommes, 12			12.

(a) Piece ordinairement de bois, mise en travers dans la terre, & où tient une chaîne pour amarrer les vaisseaux. (b) Rognaures.

Nota. Il n'est fait dans cet extrait aucune mention de la solidité de la voûte du charbon de Saint-Georges, qui est une qualité des plus essentielles; elle a duré jusqu'à la quatrième chaude, & il a fallu la briser: celle de *** n'a pas résisté à la première chaude. On voit que ce charbon a rendu un dixième de mâchefer, & $\frac{1}{2}$ de cendres de plus que celui de Saint-Georges; ce qui prouve qu'il contient beaucoup plus de parties hétérogènes. La différence de 4 livres & $\frac{1}{2}$ de charbon, & de 9 livres de fer de déchet sur des objets aussi considérables, ne signifie rien: elle est d'ailleurs l'effet du peu d'activité des ouvriers; ce qui est prouvé par une chaude qu'ils ont employée de plus pour le charbon de Saint-Georges, tandis qu'il devait y en avoir une de moins par la consistance de la voûte qui rendait nécessairement le feu plus vif: on s'en rapporte sur le tout aux plus habiles forgerons.

Extrait de la troisième & dernière épreuve faite à Brest.

CHARBON DE ***	CHARBON D'ANGLE- TERRE.	CHARBON DE SAINT- GEORGES.
Pièce de fer pour former une clef de mât du poids de 104 liv.	104 liv.	104 liv.
Réduit forgé à . . . 91	83	92
Retaille 12	1	$\frac{1}{2}$
Déchet 12	15	11 $\frac{1}{2}$
104	104	104
Charbon délivré. 207	207 $\frac{1}{2}$	207
Charbon enflam- mé non-con- formé 46	48 $\frac{1}{2}$	61
Charbon neuf restant 40	78 $\frac{1}{2}$	78
Mâchefer 11	11	5 $\frac{1}{2}$
Cendre & charbon conformés . . . 110	69	62 $\frac{1}{2}$
207	207	207

Rien ne prouve mieux la qualité supérieure du charbon des mines de Saint-Georges, que ce résultat de la dernière épreuve faite à Brest.

Du feu de charbon de terre, appliqué à la réduction des minerais, en particulier de la mine de fer.

Histoire des procédés connus pour rendre ce combustible propre à ces opérations. Connaissances fondamentales de métallurgie à rapprocher de ces tentatives faites ou à faire.

87. DE tous les métaux, le fer est celui auquel le feu de charbon de terre est le plus défavorable ; les ouvrages les plus grossiers, dans les forges ordinaires, ne laissent point de doute sur le défaut qui est particulier au feu de ce foible de recuire les parties du fer que l'on veut dissiper (a), si le fer est de nature sulfureuse. Les soufres du charbon de terre, selon Swedemborg, ajoutés à celui du fer, durcissent & rendent réfractaire ce que le métal a par lui-même de doux & de ductile, ou bien ce qu'il a de plus parfait, & les scorifient, sur-tout quand les charbons agissent sur la mine ; & comme la partie sulfureuse saisit le fer par préférence, elle le fait évaporer en fumée, ou désunit la partie nerveuse de ce métal, le rend en conséquence aigre & difficile à traiter, au point que, soit qu'on le travaille à chaud ou à froid, il s'ouvre, se gerce, en sorte qu'on ne peut faire une barre qui ne soit fendue par-tout. Ce fer, en un mot, ne peut être d'un grand usage, à moins qu'il ne soit combiné avec un autre de meilleure qualité. L'expérience démontre de même que le charbon de terre, dans l'état où il se tire de la mine, est absolument contraire à la réduction du minerai de fer ; il ronge & détruit sur-tout une grande quantité de métal dans les fontes. Dans le fourneau à manche (b), il brûle le métal qui ne se sépare pas des scories ; ces dernières ne se liquéfient point assez pour couler hors du fourneau.

88. LES raisons qu'en donne M. Grignon (c), sont 1°. que son phlogistique est uni à un acide vitriolique abondant qui forme du soufre, & que

(a) *Fabri ararii & ferrarii carbonum vice lithanthrace utuntur ; sed quia sua pinguedine inficit ferrum & fragile facit, qui subtilia opera efficiunt, eo non utuntur.* Agricola, de nat. fossilium, lib. IV.

(b) Appelé aussi fourneau allemand ou fourneau courbe, qui a un bassin de réception & un bassin plus petit pour la percée ; il faut comprendre sous la dénomination de fourneau courbe tous ceux qu'autrefois on appelait fourneaux d'écoulemens, c'est-à-dire, qui donnent écoulement à la fonte,

les fourneaux de rafraîchissement & de liquation pour le cuivre tenant argent, ainsi que plusieurs autres. La hauteur de tous les fourneaux courbes est à peu près la même ; mais ils sont différemment construits.

(c) Mémoire de sylérotechnie, contenant des expériences, observations & réflexions sur les moyens de laver & de fondre les mines de fer avec économie. Sect. II, page 102 des *Mémoires de physique*, in-4°. Paris, 1775.

l'abondance de ce soufre rendrait la fonte de fer trop pyriteuse, si l'on ne se servait point d'intermède pour absorber une partie du soufre qui s'est formé dans ce fossile; 2°. que le charbon de terre contient ordinairement trop de principe terreux qui ne pourrait être vitrifié qu'avec une perte considérable de sa chaleur, laquelle serait une soustraction trop grande, peut-être notable, à celle que l'on se proposait d'appliquer à la réduction du minéral. L'abondance de ce principe terreux & des intermèdes ou correctifs pour enlever au charbon de terre le soufre qui s'y est produit, faisant un volume trop considérable, diminueraient l'intensité de la chaleur au point de causer des embarras sans remède.

89. QUEL que soit le vice particulier à ce fossile, soit qu'il résulte de la graisse ou de l'acide, ou de la fumée, soit qu'il résulte de la trop grande activité du feu que donne ce combustible, on s'est occupé sérieusement dans plusieurs pays, des moyens d'approprier aux opérations métallurgiques le feu & la chaleur que fournit le charbon de terre. Becker, dans un de ses ouvrages, rapporte qu'un Allemand nommé *Blavenstein*, avait enseigné en Angleterre une façon de travailler la mine de fer avec ce fossile: c'était peut-être en faisant des boules de mine & de charbon, afin de les exposer au feu de réverbère, sans doute pour appliquer immédiatement le phlogistique à la mine. Le prince Robert, en Angleterre, a fait beaucoup de tentatives pour réussir par ce procédé avec le *pick-kohl*. Par les expériences qui ont été continuées pendant quelques semaines, on a observé que le foyer se trouvait toujours rempli de crasses & d'une matière tenace & bourbeuse. L'autre manière, décrite par Swedemborg, consiste, comme nous l'avons dit aussi, à employer ce charbon après l'avoir préalablement étouffé, de la même manière qu'il se pratique pour les charbons de bois, & lui avoir enlevé par une combustion portée à un certain degré de torréfaction, ou la matière grasse qui le rend impropre au traitement des mines, ou cet acide qui est difficile à se marier avec le fer.

90. SWEDENBORG, en rapportant le procédé en entier tel que nous l'avons rapporté, ne s'en déclare pas à beaucoup près le partisan; on vient de voir qu'il n'ignorait pas les inconvénients du feu de charbon de terre pour la fusion de la mine de fer, & qu'il ne le regardait point du tout propre à la purger de ses hétérogénéités. A en croire cependant la tradition de Château-Lambert en Franche-Comté, on tirait de l'or des mines de cuivre de cet endroit, & c'était par le moyen du feu de charbon de terre (a). Les Chinois s'en servent pour la fusion du cuivre; la manière qui était employée à Château-Lambert n'est point connue; le moyen employé par les

(a) Voyez le mémoire de M. de Genfane sur l'exploitation des mines d'Alsace & du comté de Bourgogne, vol. IV des Savans étrangers, page 159.

Chinois est ignoré; enforte que dans le traitement des mines, l'usage du feu de houille est restreint à ce qui concerne le grillage & les fontes préliminaires, après avoir fait essuyer à ce fossile un procédé préalable. C'est ainsi que les Anglais l'emploient à rôtir les mines de fer, & n'ont besoin du charbon de bois que pour fondre avec moins de perte la mine rôtie & désouffrée; ils s'en servent aussi pour griller les mines de cuivre, & en affiner le métal (a). Le fourneau dont on se sert dans la Grande-Bretagne pour affiner avec ce fossile le plomb tenant argent (b), autorise à ne point douter qu'il ne soit également possible de tirer parti du charbon de terre pour les demi-métaux (c), & les métaux imparfaits qui sont d'une facile fusion. L'auteur du Traité de la fonte des mines, par le feu de charbon de terre, est persuadé qu'il y aurait un bénéfice de moitié sur la dépense des fontes & d'un dixième sur le produit du minéral (d); il pense aussi qu'il serait possible de parvenir à fondre toutes sortes de mines par le feu de charbon de terre. Sur ces principes, il a imaginé une construction de fourneau dont il a publié la description parmi tous ceux qui composent son traité. (e)

91. LES difficultés attachées à l'emploi du charbon de terre pour la fonte des métaux, ont de tout tems été apperçues, & n'ont pas été unanimement regardées comme insurmontables. Après Becker, Tholden (f), Krautermann (g), sont dans cette idée. Zimmermann est de ce sentiment: pourvu, selon lui, que les charbons de terre ne soient pas trop écaillés (h), ils peuvent être purifiés & employés sans danger à la fonte des métaux. D'un autre côté, M. Henckel rejette formellement l'usage du charbon de terre pour ces opérations, comme plus propre à retarder la fusion, à cause de l'acide de son soufre qui est, selon lui, un obstacle à la fusibilité. La façon d'abord grossière & imparfaite de corriger cet inconvénient, perfectionnée en Angleterre où elle a pris naissance, exécutée avec avantage dans ce pays & dans

(a) Purifier, dégager des parties hétérogènes.

(b) Décrit dans l'essai sur les mines, tome V, page 95.

(c) Appelés aussi faux métaux pour les distinguer.

(d) Préface du tome I, page xi.

(e) Cet ouvrage, dont le second volume paraît actuellement, & les *Voyages métallurgiques* de M. Jars, renferment tout ce que l'on peut désirer touchant le point de vue sous lequel le charbon de terre serait à considérer ici. Les personnes qui connaîtront le traité de la fonte des mines de

Schlutter, le recueil qui vient d'être donné par M. Grignon, la description de l'art des forges & fourneaux à fer, & sur-tout le supplément au tome II de l'*Histoire du cabinet du roi*, ne risqueront point de s'égarer dans les essais auxquels elles pourraient se livrer.

(f) *Haligraphie* en allemand, c. III, pages 2 & 89.

(g) *Regnum minerale*, page 128.

(h) L'auteur par cette expression a vraisemblablement désigné ceux que l'on nomme quelquefois charbons maigres.

plusieurs autres, affaiblit assez l'opinion de ce savant, pour autoriser à penser que l'on ne doit pas désespérer de tirer encore un meilleur parti de ce combustible. Aujourd'hui que l'on a fort approché de la connaissance de la nature des matières qui sont parties essentielles du composé métallique nommé *fer*, que le choix du fondant (a), celui des charbons de bois, autre dépendance de l'art de la métallurgie, sont fixés par l'expérience, ou guidés par les lumières de la chimie; aujourd'hui sur tout que la science de conduire le feu a fait de grands progrès, les recherches à faire pour substituer dans la fonte du fer les charbons de terre aux charbons de bois, ou les mêler ensemble, doivent rencontrer bien moins de difficultés, & conduire enfin à cette découverte importante, si elle est faisable. Un coup-d'œil général sur la fonte des mines dans chacun de ces articles expliquera mon idée, c'est-à-dire, la manière dont j'envisage la chose.

Coup-d'œil général sur la fonte des mines, dans les principales circonstances qui constituent cette opération.

92. L'OBJET qu'on se propose dans la fonte du fer, c'est de le purifier, c'est-à-dire de lui laisser les parties convenables du nef & du remplissage, selon la qualité essentielle de chaque espèce de mine. L'artiste est pour cela obligé d'en mêler de plusieurs sortes, dont les uns l'ont mis à portée de connaître la nature, de déterminer la quantité de chaque, de les traiter différemment, selon qu'elles sont plus ou moins chargées de soufre dans les pays où elles sont de cette espèce. Le succès des opérations métallurgiques tient donc à ces différents points.

93. *Des mines de fer.* QUANT aux différentes espèces de mines de fer connues, sans vouloir ici les considérer ni en naturaliste ni en chimiste, on est assez généralement dans l'opinion que leur nature est autant diversifiée que leurs bases, & autant que le sont la couleur & la forme sous laquelle elles se rencontrent; ce qui y domine toujours particulièrement, est une substance bitumineuse, alliée avec un sel vitriolique, embarrassée de beaucoup de terre métallique vitrifiable. Selon que le fer est diversement minéralisé, selon qu'il est chargé de parties hétérogènes, ou à proportion de la grosseur du grain de ces mines, elles sont réfractaires; les parties terreuses, alliées à la mine de fer, nuisent différemment à sa fonte, le rendent fragile, selon leur nature, selon qu'elles y sont en trop grande ou en trop petite quantité. Les mines de fer qui proviennent, par exemple, d'une terre sablonneuse ou caillouteuse, sont plus faciles à fondre; celles qui se tirent d'un terrain gras, sont plus réfractaires.

(a) Matières propres à faciliter la fusion, en vitrifiant les substances terreuses & pierreuses, avec lesquelles la mine est mêlée.

On a l'expérience que les mines, venues dans l'arbue (a), portent avec elles un degré, soit de réfraction, soit de facilité à la fusion proportionnée à l'arbue dont elles restent pénétrées ou imprégnées; celles produites dans la castine (b) ont les mêmes qualités, dans un degré proportionné aux parties de castine qu'on n'a pu leur ôter.

94. Les mines de fer ne sont pas moins vicieuses, lorsqu'elles contiennent du soufre, comme les mines en roche (c), qui se tirent à de grandes profondeurs, & qui précisément conviennent aux ouvrages de fonderies, auxquels toutes les mines ne sont pas également propres; mais on verra bientôt que les autres mines ne contiennent pas ce principe. Il en est même qui contiennent de l'arsenic, comme le mica ferrugineux que l'on travaille quelquefois dans les forges, & qui, à raison de l'arsenic, donne communément un fer aigre & cassant. (d)

95. Si l'on en croit Swedemborg, la mine de fer du pays de Liege est, dans quelques endroits de ce territoire, de l'espece de celle qui constitue une espece de mine de zinc ferrugineuse; telle est aussi la mine de zinc des environs de Goslar, regardée par M. Henckel comme une vraie mine de fer: il s'en trouve même qui, à raison du zinc qu'elles contiennent, forment au haut des fourneaux des sublimations naturelles de cadmie en croûtes très-épaisses (e). De ces variétés de mines de fer & des produits différens qui s'en obtiennent, il ne

(a) *Herbue, aubue*, espece d'argille ou de terre vitrifiable, douce au toucher, de couleur rougeâtre.

(b) *Katzen-stein, chat*, gros gravier calcaire & sans mélange de terre; selon M. de Buffon, il s'en trouve de plusieurs especes. Nous aurons bientôt occasion de parler de l'arbue & de la castine, comme fondans, ajoutés ordinairement dans la fonte des mines: il est important de connaître les effets que leurs différens mélanges produisent dans le feu.

(c) Formées de parties de fer, réunies ensemble par le moyen de l'eau, & qui ont pris de la solidité à mesure que l'eau s'est reposée; les mines de Suede & d'Allemagne sont de cette espece.

(d) Cette substance argilleuse, grasse, ferrugineuse, nommée à tort *mica ferrugineux*, *eisen-glümmer* en allemand, se trouve communément entre-mêlée dans les endroits où il y a de l'hématite, sur-tout de l'héma-

tite d'un rouge vif; le nom de *fer de chat* qu'on lui donne aussi, lui convient mieux pour annoncer la médiocrité de cette mine; ce n'est que de l'hématite décomposée; elle est d'un brillant obscur, noir, rouge, couleur d'or ou d'argent, ou gris-de-fer, & peut se réduire entre les doigts en petites parcelles qui y laissent leur couleur, leur luisant; c'est ce qui se débite dans quelques endroits sous le nom de *brand ou rouge fin d'Angleterre*.

(e) Je ne puis me rappeler l'ouvrage dans lequel est avancée cette observation que je suis sûr d'avoir extraite dès le commencement de mon entreprise de la description de l'art d'exploiter les mines de charbon de terre: j'ai même communiqué cette notice à M. Grignon, lorsqu'il lut à l'académie son mémoire, dans lequel il prouve que les mines de fer de France contiennent beaucoup de zinc, & qui est renfermé dans son ouvrage page 290. Ce physicien n'a nulle connaissance de cette observation.

faut cependant pas conclure que les mines de fer soient réellement autant diversifiées qu'on serait naturellement porté à le croire : ce n'est absolument qu'une erreur accréditée par l'ancienneté ; & probablement elle subsisterait encore , si un savant de nos jours , conformément à son génie , qui ne lui permet d'envisager & de voir les choses qu'en grand , n'avait suivi la voie des expériences , pour approfondir cette matière (*a*). Les travaux de M. de Buffon ont constaté sur tout cet objet , des faits de la plus grande conséquence , qui trouvent ici leur place. Il est certain , d'après ce physicien , que toutes les mines de fer , du moins les mines en grains (*b*) , sont également fusibles , qu'elles ne diffèrent les unes des autres que par les matières dont elles sont mêlées , & point du tout par leurs qualités intrinsèques , qui sont absolument les mêmes ; qu'enfin le fer , comme tout autre métal , est un dans la nature. Nous ajouterons à cela une autre observation non moins importante , qui est encore due au même auteur ; savoir , que toutes nos mines de fer en grain , telles que celles de Bourgogne , Champagne , Franche-Comté , Lorraine , Nivernois , Angoumois , &c. c'est-à-dire , presque toutes les mines dont on fait nos fers en France , ne contiennent point de soufre , comme les mines en roche , ou en contiennent si peu qu'on n'en sent pas l'odeur quand on les brûle. De cette différence il résulte un très-grand avantage que nous ferons remarquer quand il sera nécessaire.

96. SANS trop savoir ce qui distingue entr'elles les différentes espèces de fer , résultantes des opérations métallurgiques , & qui se réduisent , par rapport au produit qui en est différent , à deux seulement , le fer fort à la lime , & le fer tendre , il nous suffit , pour notre objet , de rappeler ici que ce qui constitue ces qualités ou autres qui peuvent être appelées *qualités relatives du fer* , vient du travail ; & qu'il est aussi facile d'altérer que d'épurer le fer , par tel degré de chaleur ou de travail , d'affermir ou d'appauvrir le nerf , la liaison , &c. Il est encore prouvé qu'avec toutes sortes de mines on peut toujours obtenir du fer de même qualité ; qu'enfin c'est un préjugé absolument faux , quoique très-ancien , que la qualité du fer dépend de celle de la mine. C'est uniquement de la conduite du feu & de la manipulation de la mine que dépend la bonne ou la mauvaise qualité de la fonte du fer & de l'acier. Les magnifiques expériences de M. de Buffon , dont on peut voir le détail dans son ouvrage , sont décisives sur ce point : avec une mine qui donnait le plus mauvais fer de la Bourgogne , ce physicien a fait du fer aussi ductile , aussi nerveux , aussi ferme que les fers du Berry , qui sont réputés les meilleurs de France.

97. *Des fondans.* POUR ce qui est des terres ou pierres dont on se sert

(*a*) Histoire naturelle , générale & particulière servant de suite à la théorie de la terre , &c. suppl. tome II , neuvième mémoire.

(*b*) Dont quelques-unes sont nommées mines grainées , à cause de la composition de leur masse.

comme

comme de fondant & de correctif dans les forges, telles que la castine, l'herbue, il est prodigieux combien il y a de différence dans chacun de ces deux fondans ; il paraît que chaque pays a sa castine & son herbue, ou plutôt il est tout simple que dans chaque endroit on emploie les espèces qui s'y trouvent. Dans les mines de fer de Nord-mark, à trois lieues de Philip-stads, la castine dont on se sert est une pierre à chaux, blanche, à facettes dans sa cassure, laquelle se trouve en assez grandes masses dans ces cantons. Dans le comté de Stolberg, en Thuringe, on en trouve de différentes espèces. Attenant le couvent d'Ildefud, aux environs de Nord-hausen près du Hartz, on rencontre une montagne qui n'est qu'un composé d'une pierre pesante, employée en guise de castine ou de fondant dans les forges du voisinage, où elle facilite la fusion de la mine de fer.

98. Dans plusieurs provinces de France, il s'en tire dont la couleur ne diffère point de l'herbue : on en fouille dans les plus mauvaises terres ; c'est un gros sable de rivière. Communément c'est une espèce de pierre à chaux, qui est blanche dans le Berry & dans le Nivernois, grise dans d'autres pays ; il s'en voit qui n'est qu'une marne commune, d'autre qui n'est qu'une marne graveleuse ; ailleurs c'est une espèce de terre mêlée avec du sable & de la pierreaille ; les cailloux même & le sable peuvent être regardés comme une espèce de castine, mais qui s'emploie plus rarement. On emploie avec succès pour telle la marne, la craie, les restées fossiles & vivans, & le gravier calcaire de rivière ; ce dernier même est le plus commode de tous, par la facilité de s'en procurer, & par son état de comminution.

99. M. Grignon remarque que la castine n'est pas absolument un corps naturel particulier : tout corps ayant pour base une substance calcaire, une terre absorbante, qui n'est point saturée d'acide, est propre à servir de castine, parce que l'effet de ce fondant, devenu chaux par un premier degré de chaleur, absorbe les parties sulfureuses du minerai ; elle fait alors fonction de corrosif. Cette chaux unie aux parties quartzeuses, sulfureuses & terreuses du minerai, aux parties argilleuses de l'herbue, aux cendres des charbons, compose une masse de matières hétérogènes qui se servent mutuellement de fondant, & se réduisent en une substance vitreuse qui perfectionne la fusion, couvre le métal en bain, le préserve par-là de la trop grande action du feu. La castine de bonne qualité se connaît aisément au microscope par toutes les parties qui en sont transparentes & propres à la calcination ; il ne faut cependant pas prendre pour castine des pierres qui portent des grains brillans, & qui réfléchissent la lumière, comme le grès ; la meilleure espèce est celle qui occasionnera le plus aisément la fusion. Malgré l'obligation indispensable où l'on est de faire usage de la castine que l'on a sous la main, toute espèce ne doit cependant pas effectivement être égale pour toute espèce de mine ; elle doit être aussi mesurée

proportionnement à la quantité , & relativement à la qualité du minéral. Les mines les plus difficiles à fondre & les plus aisées à brûler , demandent différentes castines. La castine qui convient aux mines en gros morceaux , ne convient pas à celles qui sont déliées ; celle qui est en pierre ou en marne , est employée pour les grosses mines ; on la concasse en morceaux gros comme des noix , ou au plus comme des œufs. Pour les mines en grains fins , comme celles de Bourgogne , de Franche-Comté , on emploie pour castine une espèce de terre grasse qui se tire en masses assez grosses & très-dures ; elle est semblable à la terre d'herbuc , que les forgerons emploient pour empêcher leur fer de brûler , & dont nous dirons un mot à part. Si l'on employait pour les mines en gros morceaux une castine trop aisée à fondre , la castine se fondrait & se rendrait en - bas de l'ouvrage avant que la mine eût le tems d'être assez chauffée pour se fondre ; il y a cependant des mines en grains fins , comme celles d'Allen , bailliage de Beaume , pour lesquelles on se sert d'une castine qui est une espèce de pierre composée de feuilles très-minces. M. de Buffon est d'avis que c'est une erreur de croire que l'on ne peut se passer de castine. Lorsqu'une mine de fer est nette & pure , il est possible de se passer de toute espèce de fondant ; ces fortes de mines qui n'en ont pas besoin , sont nommées *mines vives* ou *plantes* : il est vrai qu'alors il se brûle une quantité assez considérable de mine qui tombe en mauvais laitier , & qui diminue le produit de la fonte. Il s'agit donc , pour fondre le plus avantageusement qu'il est possible , de trouver d'abord le fondant approprié à la mine , & ensuite la proportion dans laquelle il faut ajouter ce fondant , pour qu'elle se convertisse entièrement en fonte de fer , & qu'elle ne brûle pas avant d'entrer en fusion.

100. LORSQUE la mine de fer ne contient point de maticres vitrifiables , & n'est mêlée que de matieres calcaires , il n'est question que de reconnaître la proportion de fer & de matiere calcaire : on est alors instruit de tout ce qui est nécessaire pour fondre avec succès ces mines qui portent avec elles leur castine (a) ; car si elle s'en trouve naturellement surchargée en grande quantité , il faut , au lieu de ce fondant , employer de l'herbuc ou le charbon pour la fondre avec avantage.

101. SELON la qualité de la mine & de la castine , on fait entrer plus ou moins de ce fondant dans chaque charge. Dans différents pays , & même peu éloignés , on suit là-dessus différents usages ; mais presque par-tout on peche par l'excès de castine qu'on met dans les fourneaux ; il y a même des maîtres de forge assez peu instruits pour mettre de la castine & de l'herbuc ensemble ou séparément , selon qu'ils imaginent que leur mine est trop froide ou trop chaude. La trop grande quantité de castine se reconnaît aux craquelures trop

(a) Les mines qui ont besoin de fondant , sont appelées par les métallurgistes *mines seches*.

liquides ; celles qui sont tenaces & gluantes , annoncent trop d'herbue. On juge de l'excès ou du défaut de proportion de castine ou d'herbue par les laitiers. Lorsque ces récrémens sont trop légers , spongieux & blancs , presque semblables à la pierre-ponce , c'est une preuve certaine qu'il y a trop de matiere calcaire : en diminuant la quantité de cette matiere , on verra le laitier prendre plus de solidité & former un verre ordinairement de couleur verdâtre , qui file , s'étend , & coule lentement au sortir du fourneau. Si au contraire le laitier est trop visqueux , s'il ne coule que très-difficilement , s'il faut l'arracher du sommet de la *dame* (a) , on peut être sûr qu'il n'y a pas assez de castine , ou peut-être pas assez de charbon proportionnellement à la mine.

102. LA consistance & même la couleur du laitier sont les indices les plus sûrs du bon ou du mauvais état du fourneau , & de la bonne ou mauvaise proportion des matieres qu'on y jette. Il faut que le laitier coule seul , & forme un ruisseau lent sur la pente qui s'étend du sommet de la *dame* au terrain ; il faut que sa couleur ne soit pas d'un rouge trop vif ou trop foncé , mais d'un rouge pâle & blanchâtre ; & lorsqu'il est refroidi , l'on doit trouver un verre solide , transparent & verdâtre , aussi pesant , & même plus , que le verre ordinaire. Rien ne prouve mieux le mauvais travail du fourneau ou la disproportion des mélanges , que les laitiers trop légers , trop pesans , trop obscurs ; & ceux dans lesquels on remarque plusieurs petits trous ronds , gros comme les grains de mine , ne sont pas des laitiers proprement dits , mais de la mine brûlée qui ne s'est pas fondue.

103. L'ESPECE d'argille , connue dans les forges sous les noms d'*erbue* , *arbue* , *arbut* , & employée dans certains cas , de même que la castine , à fondre les mines de fer , est très-commune : les taillandiers s'en servent aussi , en la faisant sécher & la réduisant en poussière. Cette terre est préférable , dans la façon du fer , aux autres matieres vitrifiables , parce qu'elle est plus aisée à fondre que les autres castines , les cailloux & les autres matieres vitrifiables. Elle est plutôt en état d'agir contre la mine , & d'empêcher l'action immédiate du fer , qui , au lieu de fondre , brûlerait promptement le fer de ces petits grains ; on brise cette terre d'herbue avant de la jeter dans le fourneau , on la mêle même dans quelques endroits avec un gros sable de rivière , ou de semblable qualité. Il s'en trouve de différentes couleurs ; celle de Bourgogne est rouge ; en Franche-Comté , il y en a de rouge & de grise. L'arbue du meilleur usage se reconnaît lorsqu'elle n'est point mêlée d'au-

(a) Dans les grosses forges on nomme ainsi une piece d'environ un pied de hauteur qui ferme la porte du creuset , qui donne dans la chambre , à la réserve d'un

espace d'environ sept à huit pouces , nommée la *coulee* , & par lequel passe toute la fonte contenue dans le creuset.

tres corps ; qu'au toucher elle est douce ; que la couleur n'en est point d'un rouge foncé ; que, pétrie avec un peu d'eau, elle devient bien compacte, sèche à l'ombre sans crevasse, & résiste long-tems au feu. Celle que la charrie a travaillée est la plus *nerveuse*, la plus douce & la plus huileuse, soit parce que les plantes en ont pompé une partie des sels, soit que le soleil & la végétation ne laissent que les parties les plus nerveuses des engrais, comme moins propres à la sublimation. Le mélange qui peut s'y rencontrer des parties de certains fumiers, la rendent plus grasse, plus compacte, plus tenue, & par conséquent plus en état de résister au feu.

104. L'ARBUE qui, mêlée à la mine, résiste le plus long-tems au feu, est de la meilleure espèce ; c'est à sa vitrescibilité qu'elle se reconnaît, comme la castine se reconnaît à sa nature calcaire. Ces fondans se mêlent ensemble avec la mine pour la fonte ; si on les mettait séparément, la castine fondrait d'abord, & la mine tomberait toute crue ; l'arbue, qui résiste plus long-tems, refterait ; au lieu que, dans le mélange, tout descend uniformément.

Essai de comparaison entre les charbons de bois & les charbons de terre.

105. L'ARTICLE des charbons de bois, dans une fonte de mine, n'est pas le moins intéressant, soit qu'il s'agisse de ne point forcer la consommation déjà considérable du combustible, soit qu'il s'agisse de n'employer que les charbons qui conviennent ; & il en est de même pour toute espèce d'opération métallurgique. Sur la quantité précise, nécessaire à une fonte, M. de Buffon a reconnu le point fixe. Après un grand nombre d'essais réitérés, il est parvenu à trouver qu'il ne faut qu'une livre sept onces & demie, ou au plus une livre huit onces de charbon pour une livre de fonte : ce calcul ne souffre point de difficulté. Avec 2800 livres de charbon, lorsque son fourneau a été pleinement animé, notre savant a obtenu constamment des gueuses de 1875, 1900 & 1950 livres. Quant aux degrés de chaleur proportionnée aux opérations qui demandent un feu brillant, chaud, moelleux, on connaît ceux que donne telle ou telle espèce de charbon de bois ; il est constant, dans la pratique, que tout feu violent, trop continué, fait avec des bois aigres, gonimeux ou salins, loin de donner de la qualité au fer, attaque sa propre substance, la détruit & l'appauvrit ; tandis qu'un feu de bois doux, comme les espèces de peuplier, de saule, & autres analogues résineux, lui donnent toujours de la qualité. Il n'est pas indifférent de se rappeler, pour la comparaison qui pourrait s'établir entre les charbons de bois & les charbons de terre, que les charbons de bois tendre donnent une moindre chaleur, & que dans les uns ou dans les autres la trop grande vétusté est réputée pouvoir diminuer de la force du feu.

106. LA théorie & l'expérience, qui s'éclairent mutuellement, ont fait

voir successivement que ces charbons ne sont pas tous indistinctement propres aux opérations de chaque artifice, ou à celles qui s'exécutent dans les usines ; que les charbons de bois de terrains différens ne sont pas tous le même effet dans les foyers à fondre les mines de fer (a), ou dans ceux à affiner le métal. Ce n'est sûrement pas du premier coup-d'œil qu'on a reconnu que les charbons de bois dur, tels, par exemple, que ceux du hêtre, du chêne, sont moins utiles pour les forges que ceux qui sont doux à un certain degré ; qu'ils brûlent & détruisent le fer, en détruisant le nerf. Pour les ouvriers en fer ou en acier, le charbon de frêne, de chêne, de saule, de châtaignier, est excellent ; pour les orfèvres, il faut des charbons d'une espèce ; pour les fondeurs, il en faut d'une autre. Dans l'état où sont les différentes connaissances qui sont le noyau des opérations de métallurgie, peut-être ne s'agit-il plus que de faire une étude comparée des effets & des qualités des charbons de bois & des charbons de terre. Ce qui est connu à cet égard sur l'un & l'autre de ces combustibles, rapproché attentivement, laisse du moins entrevoir des motifs raisonnables de présumer qu'on pourrait parvenir, comme on y a réussi pour le charbon végétal, à fixer la nature, la qualité des charbons de terre, propres à fondre différentes mines de fer, & que cet emploi doit ou peut être susceptible d'une marche à peu près semblable à celle qu'a éprouvée l'emploi du charbon de bois. L'examen extérieur des deux combustibles n'est déjà point défavorable à la comparaison qu'on voudrait faire de l'un & de l'autre ; le charbon végétal, comme le charbon de terre, tire plus ou moins sur le noir : il en est où ce noir est semé de couleur d'iris ; dans d'autres, tels que les charbons de bois blancs & de bois résineux, il est pâle tirant sur le fauve.

107. DANS quelques charbons de terre brutes, mais sur-tout lorsqu'ils ont passé au feu, & qu'ils ont été éteints, la vue seule fait remarquer une texture absolument pareille à celle qui s'observe dans quelques charbons de bois (b). Je ne ferais pas éloigné de croire qu'il serait très-possible d'en distinguer qui, par la nature de leur feu, se rapprochent de la qualité des charbons de bois blancs & des charbons de bois dur. M. Bellot, directeur de la verrerie de Seve, a fait cette remarque, à mon avis, très-judicieuse (c) ; & je crois qu'on ne doit pas la perdre de vue dans les recherches auxquelles on pourrait se livrer,

(a) On appelle foyer de forge, quelquefois creuset, ouvrage, un endroit pratiqué dans l'aire de la cheminée, & arrangé avec des plaques de fer, pour recevoir le fer, ou bien l'endroit dans lequel s'opère la cuisson ou la liquation du fer crud, que l'on prépare à être étendu sous le marteau : en latin il est appelé *catinus*, & en général *tigillum* ;

en suédois *hoerd*.

(b) Stedlen rapporte qu'on en a trouvé en Franconie, près de Grunsbourg, une espèce dans laquelle cette ressemblance était frappante, & que l'endroit de la fracture était luisant comme de la poix. Ce n'est pas de ceux-là que je crois pouvoir appeler charbon de bois tourbe, dont je parle ici.

sur l'emploi du charbon de terre, soit dans les travaux métallurgiques, soit dans son application aux arts qui ont besoin du feu. A cette observation il faut ajouter que le charbon de bois ne donne pas, à beaucoup près, autant de chaleur que le charbon de terre.

108. M. de Genfane, malgré l'opinion où il est sur le charbon de terre, estime que le phlogistique renfermé dans ce fossile est pour le moins aussi analogue aux métaux que le charbon de bois. Les Ephémérides d'Allemagne avancent que le charbon de terre, à raison de sa partie huileuse, rend le fer plus doux & plus traitable sous le marteau (a); mais que, pour peu qu'on augmente la chaleur, le fer se fond, & n'est plus facile à employer. D'après cette observation, les défauts que le fer contracte au feu de houille ne viendraient-ils pas en partie de la chaleur trop prompte & trop vive que donne ce fossile? En s'attachant, comme on l'a fait jusqu'à présent, à chercher dans l'acide du charbon de terre la cause unique qui le rend impropre à la fonte des mines & sur-tout des mines de fer, n'a-t-on point été trop esclave de cette première idée? au moins est-il sûr qu'il y a quelque analogie entre le feu de quelques charbons de terre & celui qui est particulier à chaque espèce de bois. On sait que ce dernier, selon sa qualité moyenne, selon sa pesanteur, & d'autres circonstances dont quelques-unes dépendent même du local, donne un charbon différent par un feu plus ou moins vif, par plus ou moins de phlogistique.

109. Je dois me borner quant à présent à ces résultats sommaires, sur les charbons de bois employés dans les travaux métallurgiques, & sur les rapports que l'on pourrait appercevoir entre ce combustible ordinaire & le charbon de terre : à mesure que j'indiquerai les opérations de grandes forges, qui s'exécutent avec ce fossile, j'aurai soin de fixer davantage l'attention du lecteur sur ces différens rapports, dont l'idée m'a semblé mériter d'être approfondie, & qui pourraient ouvrir de nouvelles vues sur les tentatives à faire, ou perfectionner celles déjà faites pour priver le charbon de terre de ce qui le rend contraire à la fonte des mines. Pour répandre sur cette matière tout le jour dont elle est susceptible, nous commencerons par les différentes manières de préparer le charbon de terre.

Différentes espèces de braises de charbon de terre ; leur fabrication en grand.

110. PARMI les différens tempéramens imaginés pour purifier le fer en le

(a) C'est vraisemblablement ce qu'entendent quelques ouvriers, en disant d'un bon charbon de terre, qu'il *manie bien le fer*. Le langage des étrangers que nous avons entendus se servir de cette expression, nous

l'a fait interpréter autrement, en parlant des charbons de Décize; mais il paraît qu'elle ne signifie point *manger le fer*, & qu'elle désigne au contraire une bonne qualité.

séparant des matières étrangères à son essence , & pour retenir de son minerai tout ce qu'il peut fournir , on doit regarder comme principale l'espèce de combustion que l'on fait essuyer au bois pour le réduire en charbon , qui doit être l'aliment du feu. Quand on a songé à employer au même usage le charbon de terre qui exigeait visiblement une sorte de purification , il a été assez naturel de chercher à rapprocher ce fossile de l'état dans lequel le charbon végétal est reconnu propre à cette opération.

111. DANS la fabrication anglaise , pour priver les charbons de leur acide sulfureux , si l'on veut le qualifier tel , on s'y prend de deux manières : j'ai décrit sommairement celle qui sans doute a été la première usitée , & qui d'ailleurs a la commodité de pouvoir être exécutée d'un instant à l'autre. Chaque fabrication se réduisant à un appareil dont la façon ne coûte rien aux ouvriers , il ne sera pas inutile de faire connaître ici ce procédé tel qu'il est pratiqué , notamment dans deux endroits de l'Angleterre. L'auteur des *Voyages métallurgiques* , de qui nous empruntons ces descriptions , nous donnera la facilité d'y joindre la manière de faire cette préparation dans les fours , dont nous n'avons rien dit.

112. LES charbons soumis à l'action du feu de l'une ou de l'autre manière , donnent une braise connue pour être de deux sortes , ou du moins distinguée vaguement par les noms de *coaks* & de *cinders*. Les différences de l'une à l'autre braise n'ont pas trop bien été spécifiées par les écrivains qui en ont parlé ; leur fabrication peut un jour devenir de la plus grande importance dans beaucoup de pays : je me flatte de rendre sa réussite plus assurée par la manière dont je vais la développer dans toutes ses circonstances.

Fabrication de braises de charbon de terre , nommées en Angleterre coaks , pour fondre le minerai de fer , iron-stone (a) , à Carron en Ecosse. (b)

113. " CETTE opération est à peu près la même que celle pour convertir le „ bois en charbon ; elle consiste à former en rond , sur le terrain , une couche „ de *clod-coal* , de douze à quinze pieds de diamètre , autour duquel il y a tou- „ jours un mélange de poussière de charbon & de cendre des opérations qui „ ont précédé. Cette couche circulaire est arrangée de façon qu'elle n'a pas plus „ de sept à huit pouces d'épaisseur à ses extrémités , & un pied & demi au plus „ d'épaisseur dans son milieu ou son centre ; c'est là qu'on place quelques

(a) Il doit être essentiel , pour appliquer ces braises à la fonte d'un minerai quelconque , de faire attention à la qualité du minerai , de même qu'à celle de la braise dont on se sert : lorsque nous en ferons à ces

opérations , nous ferons connaître ces circonstances particulières.

(b) Par M. Jars , *Voyages métallurgiques* , troisième mémoire , page 272.

„ charbons allumés qui , en peu de tems , portent le feu dans toute la
 „ charbonniere. Un ouvrier veille à cet embrasement , & avec une pelle de
 „ fer prend de la poussiere qui est autour , en jette , dans les parties où le
 „ feu est trop ardent , la quantité suffisante pour empêcher que le charbon
 „ se consume , & point assez pour éteindre la flamme qui s'étend sur toute la
 „ surface : c'est alors une marque de la destruction du bitume , véritable objet
 „ de l'opération. Le poussier qu'on jette dessus sert à éteindre le charbon lors-
 „ qu'il est privé de son bitume , qui n'y est pas fort abondant ; l'opération dure
 „ environ quarante heures. Le charbon réduit en coaks dans les forges de
 „ Carron , est beaucoup plus léger qu'il ne l'était avant d'être grillé , il est aussi
 „ moins noir ; cependant il l'est plus que les coaks , appellés *cinders* : il ne se
 „ colle point en brûlant. „ M. Jars est porté à présumer de là , que le char-
 „ bon , de l'espece de celui de Newcastle , n'aurait pas les mêmes propriétés ,
 „ quoiqu'on en fasse le même usage. A Coal - Brook - Daal , en Shropshire , on fait
 „ une quantité considérable de coaks pour les usages particuliers de cent milliers
 „ de fer par semaine.

*Fabrication de braises de charbon de terre , nommées cinders , pour fondre le mine-
 „rai de fer dans la forge de Clifton , entre la ville de Cockermouth & celle de
 „ Wittehaven. (a)*

114. “ ON fait une place ronde d'environ dix à douze pieds de diametre ,
 „ que l'on remplit avec de gros charbons rangés de façon que l'air puisse cir-
 „ culer dans le tas , dont la forme est d'un cône d'environ cinq pieds de hau-
 „ teur depuis le sommet jusqu'à sa base. Le charbon ainsi rangé , on en place
 „ quelques - uns allumés dans la partie supérieure , après quoi l'on couvre le
 „ tout avec de la paille , sur laquelle on met la terre & la poussiere de charbon
 „ qui se trouve tout autour , de façon qu'il y en ait au moins un bon ponce
 „ d'épaisseur sur toute la surface. On a toujours plusieurs de ces fourneaux
 „ allumés à la fois ; deux ouvriers dirigent toute l'opération , l'un pendant le
 „ jour , l'autre pendant la nuit ; ils doivent avoir attention d'examiner de quel
 „ côté vient le vent , & de boucher les ouvertures , lorsqu'il s'en forme de
 „ nuisibles à l'opération , ce qui contribuerait à la destruction des coaks après
 „ qu'elles ont été formées. Ces braises de charbon ne ressemblent point aux
 „ coaks qui se font à Carron , mais plutôt à des cinders très - poreux.

*Préparation de braises de charbon de terre , nommées cinders , dans des fours
 „ à Newcastle.*

115. ON compte à Newcastle jusqu'à neuf fourneaux attenans les uns
 „ (a) *Voyages métallurgiques , douzieme mémoire , forges & usines du duché de
 „ Cumberland , page 236.*

aux autres, placés sur un même alignement. Dans quelques endroits les fourneaux forment trois corps de maçonnerie; chaque corps renferme dans sa construction trois fourneaux: il y en a de grands & de petits, par conséquent de différente contenance, mais tous à peu près semblables. (a) La base de ce fourneau est carrée; dans une des quatre faces est une ouverture qui fait environ le tiers de sa longueur, & qui est prise sur presque toute la hauteur; elle est munie d'une porte de fer. Au-dessus de l'alignement de cette ouverture, chaque paroi du fourneau commence à se rapprocher l'une de l'autre pour s'élever insensiblement en pointe, de manière qu'elles forment supérieurement vers le sommet un cône tronqué, terminé en un soubirail étroit: cette partie exhaussée du fourneau représente absolument la même forme d'un grillage de mine, tel qu'il s'exécute pour les mines métalliques (b) à Rammelsberg en Saxe, au-dessus de la ville de Goslar. Quoique la base du fourneau soit carrée extérieurement, le sol intérieur est rond, & toute la capacité intérieure est conique, au-dessus des parois quadrangulaires; c'est uniquement dans ce bas-fond, presque au niveau de sa hauteur, que l'on place le charbon, dont le tas ne s'élève pas plus haut. Voici maintenant comment s'exécute l'opération. (c)

116. " QUAND on a mis dans le four à griller la quantité de charbon
 „ nécessaire, on y met le feu avec un peu de bois, ou avec du charbon
 „ déjà allumé, que l'on prend dans un des autres fourneaux; rarement néan-
 „ moins on est obligé de s'y prendre de cette manière, attendu que pour
 „ l'ordinaire on introduit le charbon lorsque le fourneau est encore chaud &
 „ presque rouge: ainsi il s'allume de lui-même. On ferme ensuite la porte, &
 „ l'on met de la terre dans les jointures, seulement pour boucher les plus
 „ grandes ouvertures qui proviennent de la dégradation de la maçonnerie;
 „ car il faut toujours laisser un passage à l'air, sans lequel le charbon ne pourrait
 „ brûler. L'ouverture qui est en-dessus du fourneau, & qu'on peut appeler
 „ *cheminée*, est destinée pour la sortie de la fumée, & par conséquent pour
 „ l'évaporation du bitume; l'embouchure de cette cheminée n'est pas tou-
 „ jours également ouverte. La science de l'ouvrier consiste à ménager le cou-
 „ rant de la fumée, sans quoi il risquerait de consumer les *cinders* à mesure
 „ qu'ils se forment. La règle qu'on suit à cet égard, comme la plus sûre,
 „ est de n'ouvrir la cheminée qu'autant qu'il le faut pour que la fumée ne

(a) La pl. XI des *Voyages métallur-*
giques représente une vue, une coupe, &
 le sol d'un de ces fourneaux. Nous avons
 cru qu'il suffirait d'en donner une courte
 description, à laquelle il ne manquera, pour
 la plus grande exactitude, que les dimen-

sions qui ne se trouvent pas dans l'ouvrage
 de M. Jars.

(b) Voyez lett. E, pl. VII, de l'ou-
 vrage de Schlutter, traduit par M. Hellot.

(c) *Voyages métallurgiques*, dixième
 mémoire, page 209.

„ ressorte point par la porte; pour cela on a une grande brique que l'on
 „ pousse plus ou moins sur l'ouverture à mesure que l'opération avance, &
 „ que par conséquent le volume de la fumée diminue : à la fin on bouche
 „ presque entièrement l'ouverture de la cheminée. Cette opération dure
 „ trente à quarante heures; mais communément on ne retire les *cinders*
 „ qu'au bout de quarante-huit heures. Le charbon réduit en *cinders*,
 „ forme dans le fourneau une couche d'une seule masse, remplie de fentes
 „ & de crevasses disposées en rayons perpendiculaires au sol du fourneau,
 „ de toute l'épaisseur de la couche; on pourrait aussi les comparer à des
 „ briques placées de champ : quoique le tout fasse corps, il est fort aisé de
 „ le diviser pour le retirer du fourneau. A cet effet, lorsque l'ouvrier a
 „ ouvert la porte, il met une barre de fer en-travers devant l'ouverture,
 „ afin de supporter un rable de fer, avec lequel il attire une certaine quan-
 „ tité de *cinders* hors du fourneau, sur lesquels un autre ouvrier jette un
 „ peu d'eau; ils prennent ensuite chacun une pelle de fer en forme de
 „ grille, afin que les cendres & les menus *cinders* puissent passer au tra-
 „ vers : ils éloignent ainsi de l'embouchure du fourneau les *cinders*, qui
 „ achevent de s'éteindre par le seul contact de l'air. Le fourneau n'est pas
 „ plus tôt vuide qu'on y met de nouveau charbon, nécessaire pour une se-
 „ conde opération; & comme ce fourneau est encore très-chaud & même
 „ rouge, le charbon s'y enflamme aussi-tôt, & le procédé se conduit comme
 „ ci-devant. On estime à un quart le déchet du charbon dans cette opé-
 „ ration, c'est-à-dire, le déchet du volume; quant au poids, il est bien
 „ moindre. Les cendres qu'on retire du fourneau, sont passées à la claie, sur
 „ une claie de fer, pour en séparer les petits morceaux de *cinders*, lesquels
 „ sont vendus séparément. „

*Des braises de charbon de terre en cinders, résultantes des fourneaux à dessécher
 ou de distillation, employés dans les forges de Sulzbach, pour la fonte de la
 mine de fer, que l'on croyait propre aux manufactures de fil-d'archal, (a)*

117. LA fabrication des braises, exécutée en alumelle ou dans des fours, rend ce fossile propre à la fonte du fer & à quelques opérations métallurgiques intéressantes, auxquelles ce fossile n'aurait, sans cette espèce de pu-

(a) M. de Genfane, depuis la publication de cette méthode dans le premier volume de son *Traité de la fonte des mines avec le charbon de terre*, a appris que, pour obtenir ce fer doux & propre aux aliaies, on était obligé d'affiner la gueuse

au moins deux fois : ce qui occasionne un travail & un déchet si considérables, qu'on a abandonné cette méthode. *Histoire naturelle du Languedoc*, discours préliminaire, page 17.

rification, jamais pu être appliqué ; mais en même tems que la chaleur à laquelle on soumet ce fossile, dissipe, volatilise ce qu'il renferme de plus délic & de plus subtile, que l'on appellera *soufre* si l'on veut, la même chaleur dessèche, détruit une autre matière fixe, dont l'existence y est bien plus démontrée, & dont on peut tirer parti pour d'autres usages. Cette considération n'est pas indifférente ; elle avait conduit à chercher un moyen de séparer à peu de frais cette partie fixe & cette partie volatile par la voie de la distillation & de l'évaporation libre tout à la fois. Les fourneaux en grand, employés à Sultzbach, dont nous avons représenté une partie, *fig. 2, pl. XXXVII*, produisaient ce double effet, dont la dépense était payée à peu près par le bitume & par l'huile qui se retiraient. Nous avons donné une idée de cette opération, dans laquelle le bitume tombe par le tuyau *rs* dans la marmite ou récipient *P*, tandis que la vapeur sulfureuse, forcée de sortir également par le même tuyau, ne pouvant se rendre dans la marmite où elle se trouve trop condensée, s'évapore par le tuyau *v*.

118. Nous devons ici considérer ce fourneau pour la fabrication des coaks, & chercher à déterminer la différence entre ces braises & celles qui résultent des autres manières de les préparer. Ce fourneau, tel qu'on le voit *fig. 2, pl. XXXVII*, tient à plusieurs autres placés en alignement, afin de communiquer ensemble : chacun est de neuf pieds & demi de long, sur huit pieds & demi de large *IM*, de six pieds & demi de longueur, & en *IK* de six pieds de largeur dans sa capacité intérieure ; les murs ont dix-huit pouces d'épaisseur ; les deux angles *IK* sont arrondis, de manière que depuis les points *I, K*, jusqu'au commencement de l'arrondissement aux points *a, b*, il y ait un pied neuf pouces de distance : ce qui forme une espece de ceintre à anse de panier, comme on le voit dans la *figure*.

119. " LE charbon voituré auprès du fourneau, en morceaux bien nets, de la grosseur des deux poings, plus ou moins, un homme entre dans le vase, (*a*) & à mesure qu'un autre homme le lui sert avec une *couche*, il l'arrange tout à l'entour, comme s'il faisait un mur à sec, en prenant bien garde d'endommager le vase, & en reculant toujours vers la porte à mesure que le fourneau se remplit ; de manière qu'étant parvenu jusqu'au bord de la porte *QR*, il sort par là, en la remplissant jusqu'au bord ; après quoi il entre par la porte supérieure *y*, & remplit tout l'espace vuide *X, o, u*, qu'il n'a pu remplir en-bas ; ensuite il ferme ces deux portes, qu'il a soin de bien luter avec la même matière dont est fait le vase, mêlée d'un peu de fiente de cheval. (*b*) La charge du fourneau ache-

(*a*) Selon M. de Genflane, ce vase doit avoir six pieds de longueur sur trois pieds six pouces de largeur, le tout de dehors en dedans.

(*b*) Dans les premiers tems de l'établissement, ce vase était de fortes feuilles de

vée, ce qui emploie environ deux milliers pesant de charbon crud, (a) & pour le chauffer neuf cents pesant de pareil charbon, mais du plus mauvais qui a été séparé de celui destiné à la cuisson, on allume le feu sur les grilles avec un peu de bois, & par-dessous du même charbon de terre qu'on a trié du premier, & l'on conduit ainsi le feu par degrés jusqu'à ce que le vase devienne légèrement rouge; pour lors on entretient le feu à ce même degré, c'est-à-dire, dans un état moyen; la chaleur se communique peu à peu au charbon qui est dans le vase, & liquéfie sa partie bitumineuse. Lorsque le charbon est dépouillé de son bitume, il commence à devenir légèrement rouge: c'est le degré du feu le plus convenable pour lui faire abandonner sa partie sulfureuse, & il ne reste de ce charbon que ce qui est nécessaire pour qu'il conserve encore la propriété combustible.

120. „ Le fourneau avertit de lui-même lorsque le cuissage est achevé: le tuyau d'évaporation y fume considérablement dans toute la durée de l'opération, & exhale une forte odeur de soufre; mais dès que le charbon est cuit, ce tuyau cesse de fumer, & ne rend presque plus d'odeur; on ouvre alors la porte d'en-bas de la cornue, & avec un rable on retire la braise encore toute rouge, & qui s'éteint aussitôt qu'elle est hors du fourneau; dès qu'elle est refroidie, on la porte au magasin.

121. „ Il y a toujours au moins trois de ces fourneaux allumés pendant que les autres se refroidissent; quand le charbon est à moitié cuit dans les trois premiers, on met le feu à trois autres; & à demi-cuisson de ceux-ci, on allume les trois derniers. Comme la cuisson dure ordinairement trois fois vingt-quatre heures, on retire chaque jour le charbon cuit de trois fourneaux, on en charge trois autres, & le charbon cuit dans trois autres. Il est vrai que le fourneau ne consomme point tout le charbon que l'on cuit chaque jour; mais comme on est obligé de faire de tems à autre quelques réparations aux fours à cuire, on a la précaution de se faire une provision de charbon d'avance, pour ne point être exposé à un chômage qui, comme on fait, est très-coûteux dans une forge.

tôle, clouées ensemble, dont on lutait bien les jointures; on s'aperçut bientôt que le feu les criblait de toutes parts, & les réduisait en *craus*; les charbons se réduisaient en cendres. Après bien des essais, on s'en est tenu à faire ce vase avec les mêmes matières dont les verriers se servent pour faire leurs pots ou creusets. M. de Genssane qui fait cette remarque, conseille de se servir des matières propres à faire les

creusets pour la fonte du laitier.

(a) Le fourneau construit sur les principes de M. de Genssane, en contiendra un peu davantage, parce qu'il n'y reste aucun vuide; & il estime que c'est toute la grandeur qu'on peut lui donner. Si on les faisait plus grands, le charbon qui se trouve vers les parois, risquerait d'être trop cuit, avant que la chaleur eût pénétré celui qui est au centre.

122. LES deux milliers pesant de charbon perdent dans l'opération, suivant M. de Genfane, un huitieme de leur pesanteur, qui se trouve alors être à celle du charbon de hêtre à peu près comme cinq est à trois. Pour ce qui est des propriétés qu'il conserve après ce reffuage, M. de Genfane remarque qu'il n'exhale plus la moindre odeur quand il brûle, & qu'il a sur le charbon de bois l'avantage de durer au feu au moins le double. Il peut au reste s'employer sans aucun inconvénient aux mêmes usages.

Cuiffon de charbon de terre, exécutée en meule à Sain-Bel en Lyonnais, par M. Jars. (a)

123. " APRÈS avoir formé un plan horizontal sur le terrain, on arrange le charbon morceau par morceau, pour en composer une pile d'une forme à peu près semblable à celle que l'on donne aux alumes pour faire du charbon de bois, & de la contenue d'environ cinquante à soixante quintaux. Il est nécessaire de ne point donner à ces charbonnières trop d'élévation, quoique dans le même diamètre: l'inconvénient est encore plus grand, si l'on avait placé indifféremment le charbon, & de toutes grosseurs. Une charbonnière construite de cette manière, peut & doit avoir dix, douze, & jusqu'à quinze pieds de diamètre, & deux pieds & demi au plus de hauteur dans le centre. Au sommet de la charbonnière, on ménage une ouverture d'environ six à huit pouces de profondeur, destinée à recevoir le feu qu'on y introduit avec quelques charbons allumés quand la pile est arrangée; alors on la recouvre, & l'on peut s'y prendre de diverses manières.

124. " LA meilleure & la plus prompte, c'est d'employer de la paille & de la terre franche qui ne soit pas trop sèche. Toute la surface de la charbonnière se couvre de cette paille, mise assez serrée pour que l'épaisseur d'un bon pouce de terre & pas davantage, placée dessus, ne tombe pas entre les charbons, ce qui nuirait à l'action du feu. On peut suppléer au défaut de paille, par des feuilles sèches, lorsqu'on est dans le cas de s'en procurer: j'ai aussi essayé de me servir de gazons ou mottes; mais il n'en a pas résulté un bon effet.

125. " UNE autre méthode qui, attendu la cherté & la rareté de la paille, est mise en pratique aujourd'hui aux mines de Rivedegier par les ouvriers que les intéressés aux mines de cuivre y emploient à cette opération avec un succès que j'ai éprouvé, est celle de recouvrir les charbonnières avec le menu charbon. Cela se fait comme il suit. L'arrangement de la charbonnière étant achevé, on en recouvre la partie inférieure, depuis le sol du terrain jusqu'à

(a) Voyages métallurgiques, quinzième mémoire, page 325, ann. 1769.

„ la hauteur d'environ un pied avec du menu charbon crud , tel qu'il vient de
 „ la carrière , & des déblais qui se font dans le choix du gros charbon ; le res-
 „ tant de la surface est recouvert avec tout ce qui s'est séparé en très - petits
 „ morceaux, des coaks. Par cette méthode, on n'a pas besoin, comme par les
 „ autres, de pratiquer des trous autour de la circonférence pour l'évaporation
 „ de la fumée ; les interstices qui se trouvent entre ces menus coaks, y sup-
 „ pléent & font le même effet ; le feu agit également par-tout. Lorsque la char-
 „ bonniere est recouverte jusqu'au sommet, l'ouvrier apporte, comme il a été
 „ dit, quelques charbons allumés qu'il jette dans l'ouverture, & achève d'en
 „ remplir la capacité avec d'autres charbons ; quand il juge que le feu a pris, &
 „ que la charbonniere commence à fumer, il en recouvre le sommet, & con-
 „ duit l'opération comme celle du charbon de bois, ayant soin d'empêcher que
 „ le feu ne passe par aucun endroit, pour que le charbon ne se consume pas, &
 „ ainsi du reste jusqu'à ce qu'il ne fume plus, ou du moins que la fumée en
 „ forte claire, signe constant de la fin du désoufrage. Pour toute cette ma-
 „ nœuvre, l'expérience des ouvriers est très-nécessaire.

126. „ UNE telle charbonniere tient le feu quatre jours, & plusieurs heu-
 „ res de moins si l'on a recouvert avec de la paille & de la terre : lorsqu'il ne
 „ fume plus, on recouvre le tout avec la poussière pour étouffer le feu, & on
 „ le laisse ainsi pendant douze ou quinze heures ; après ce tems, on retire les
 „ coaks partie par partie à l'aide de rateaux de fer, en séparant le menu qui
 „ sert à couvrir d'autres charbonnières. Lorsque les coaks sont refroidis, on
 „ les enferme dans un magasin bien sec ; s'il s'y trouve quelques morceaux de
 „ charbons qui ne soient pas bien désouffrés, on les met à part pour les faire
 „ païser dans une nouvelle charbonniere : on en a de cette maniere plusieurs eu
 „ feu, dont la manœuvre se succède. Trois ouvriers ayant un emplacement
 „ assez grand, peuvent préparer dans une semaine trois cents cinquante, jus-
 „ qu'à quatre cents quintaux de coaks. „

127. PAR le décompte détaillé des charbons de terre des mines de Rive-
 degier, mis en désoufrage à Sain - Bel depuis le 20 janvier 1769 jusqu'au 10
 mars suivant, rapporté à la suite du mémoire de M. Jars (a), il est constaté
 que ces charbons perdent ou déchetent dans cette opération de trente-cinq
 pour cent ; c'est-à-dire, que cent livres de charbon crud sont réduites à
 soixante-cinq livres de braïses. Ce fait a été vérifié plusieurs fois aux mines
 de Rivedegier, où, depuis le premier avril 1769, les intéressés des mines
 du Lyonnais occupent trois ouvriers à cette préparation ; d'où il résulte que
 le quintal de ces braïses, rendu à Sain-Bel, revient, tous frais faits, achat
 du charbon, façon des ouvriers, emplacement pour la préparation, provision

(a) Sous le titre, *Observations*, page 12.

& transport, à environ deux livres quatre sols poids de marc. Je renvoie l'opération de la fonte exécutée avec le feu de ces braises à l'article qui va suivre, dans lequel je rassemblerai plusieurs de ces tentatives.

Moyen proposé par M. de Morveau, pour rendre le charbon de terre propre à l'usage des fourneaux de fonte, en privant et desséchant de son humidité surabondante (a), ou en l'employant en pelotes.

128. M. DE MORVEAU, convaincu par l'analyse qu'il a faite du charbon de terre de Montcenis, que ce charbon brut ne contient pas plus de soufre que le charbon végétal, n'appréhende point en conséquence qu'il brûle le fer; il pense que ce n'est pas par le désoufrage que la coction le rend propre à l'usage des fourneaux de fonte (b). Selon lui "cette préparation deviendrait", inutile, même désavantageuse pour cette espèce, puisqu'elle ne se fait qu'avec un déchet considérable, & que le feu en est, selon lui, moins ardent; mais M. de Morveau a éprouvé que l'humidité dont ce charbon est chargé, l'emporte au premier degré de chaleur, au point de lui faire faire voûte. Cette voûte s'épaississant sans cesse par les nouvelles charges, obstrue le fourneau, y laisse un vuide dans lequel les mines se calcinent & où le soufflet ne sert plus qu'à refroidir la partie inférieure : cet inconvénient serait peut-être moins sensible dans les grands fourneaux, ou plus aisé à prévenir : au reste, même en supposant qu'il lui fallût une préparation, il serait facile d'en remplir l'objet d'une manière moins dispendieuse, moins embarrassante, qui entraînerait moins de perte que la méthode de faire des coaks; une simple torréfaction dans une espèce de bafcule suspendue au-dessus du gueulard (a), suffirait pour lui enlever cette humidité surabon-

(a) Il paraît que M. de Morveau comprend sous ce nom la partie grasse volatile unie à ce charbon; il pourrait être utile de rapprocher de cette opération l'analyse faite par ce savant du charbon de Montcenis, comparé avec celui d'Épinac, & qu'il a publié dans le Journal de M. l'abbé Rozier, en décembre 1773, tome II, page 448.

(b) M. de Morveau, dans le mémoire lu à l'académie de Dijon, observe que ce charbon crud prend feu plus promptement & le conserve sensiblement plus long-tems que les charbons fragiles, & il le range par cette raison dans la classe des charbons durs, quoiqu'assez légers & très-friables; il rap-

porte qu'après la combustion, il donne une matière boursofflée, noire, spongieuse & brillante, & que son résidu ne se laisse point attaquer par l'huile de vitriol, même à l'aide de la chaleur; l'odeur qui s'en exhale lui a paru quelquefois approcher de celle que donne toute huile végétale grossière, telle que celle dont on se sert pour les lampes, seule remarque différente de la mienne.

(c) On appelle registre ou gueulard une ouverture pratiquée à l'ouverture supérieure du fourneau, pour servir de passage aux vapeurs & au torrent de l'air.

„ dante , d'autant plus que l'huile à laquelle elle tient est très-volatile. On
 „ pourrait encore essayer de parer à l'inconvénient dont je viens de parler , en
 „ formant avec ce charbon , *aïsé à se réduire en poussière* , des especes de pe-
 „ lotes qui , se touchant en moins de points , descendraient avec plus de
 „ facilité , & feraient moins susceptibles de se réunir en masses. „

Qualité générale du feu de braïse de charbon de terre , pour les opérations métallurgiques.

129. DE quelque maniere que le charbon de terre ait été torréfié , soit qu'il l'ait été à l'air libre , soit qu'il l'ait été dans des fours , comme à Newcastle , ou dans les fourneaux de l'espece employée à Sultzbach , l'expérience ne lui a encore été avantageuse que pour les ouvrages qui se jettent en moules. (a) Dans les grandes opérations métallurgiques , ce charbon , si l'on veut suivre l'idée commune , dont nous ne voulons faire un crime à personne , n'est pas encore suffisamment désouffré ; les braïses qu'il donne ne remplissent pas à beaucoup près le but qu'on se propose (b). Le fer provenant des forges de Sultzbach , & qui , porté à la filiere , se trouvait une *fonte grise* & fort douce (c) , a été reconnu être le produit de plusieurs affinages. En total , la fonte du fer qu'on obtient avec leur feu , a toujours deux défauts considérables. On convient d'abord généralement que la qualité du fer est avilie , qu'il est cassant & hors d'état de rendre beaucoup de service (d). Dans la quantité de métal fondu au feu de charbon de terre crud , ou converti en braïses , il se trouve toujours un déchet considérable ; dans l'espace d'une semaine , on avait fondu à Lancashire , avec le seul charbon de bois , quinze ou seize tonnes de fer (e) ;

(a) M. Jars , dans une tournée qu'il fit en 1768 aux forges de Hombourg en Alsace , en fit faire un essai qui réussit très-bien. Voyez le mémoire in-fol. page 337. Une cédule du roi d'Espagne en 1771 pour l'exploitation de deux mines de charbon dans une province de ce royaume , annonçait qu'on se proposait d'employer ce fossile seul dans les fonderies royales de l'artillerie : il n'est rien venu à ma connaissance sur cette opération.

(b) Quoi qu'en dise M. Venel , qui avance que les coaks , même de l'espece la moins bonne , sont employés à la fonte du fer dans les hauts fourneaux , c'est-à-dire , qui ne peuvent se charger qu'en portant la com-

position qu'on veut y verser au haut d'un escalier de plusieurs marches , & aux fontes analogues dans les fourneaux à manche.

(c) La fonte de fer grise est , selon M. Grignon , celle que l'on obtient par une juste proportion du minéral , des fondans , des correctifs & de la chaleur , d'où il résulte une fusion exacte des parties métalliques : cette espece de fonte produit le meilleur fer ; enforte qu'il est possible de tirer de bon fer des plus mauvaises mines , en observant de les réduire en fonte grise.

(d) M. Venel , part. III , chap. 3 , ne paraît pas être entièrement persuadé de ce défaut.

(e) La tonne pèse environ deux milliers.

&

& avec les houilles, on n'en a eu que cinq ou six. Cet inconvénient se marque également pour toutes les autres especes de mines : un fourneau de réverbère anglais, chauffé avec le bois de hêtre, même avec des fagots, fait rendre à la mine de plomb dix pour cent de plus que lorsqu'on le chauffe avec le charbon de terre. Depuis plus de quarante ans on a commencé à vouloir l'employer, mais inutilement, pour la mine de cuivre. Il y a vingt-huit ans qu'on avait encore voulu essayer en France, dans le travail d'une mine de cuivre, d'introduire l'usage du charbon de terre, tant pour le grillage que pour la fonte du minéral; on le mettait sur du bois dans le grillage, & on en mêlait neuf parties avec une partie de charbon de bois dans le fourneau allemand pour la fonte. Une portion du cuivre, traitée de cette manière, s'est trouvée détruite, & a causé des pertes considérables, qui ont obligé les entrepreneurs d'abandonner cette fabrication.

130. A cette époque, & dans toutes celles qui pourront en être rapprochées par la circonstance du prix du charbon de bois inférieur ou égal au prix du charbon de terre, on sera fondé à regarder de semblables entreprises comme folles & hasardeuses; mais il est plus que permis de se transporter en idée dans les tems à venir, où la disette de bois, qui par-tout devient de jour en jour plus sensible, ne laissera pas la ressource du choix entre ce combustible & le charbon de terre : le déchet de métal dans les fontes obtenues par le feu de ce fossile, ne pourra alors, quelque considérable qu'il puisse être, entrer en ligne de compte, ou bien il faudra renoncer à toutes les richesses dépendantes des mines, à tous les arts auxquels elles fournissent ou des matériaux ou des instrumens : les travaux, les tentatives faites d'avance sur cet objet, ne sont donc point à négliger. Le moment où il n'y aura plus à balancer sur l'usage du charbon de terre, sera celui où nos observations seront précieuses : nous sommes assurés de rendre service, en rassemblant tout ce qui a rapport soit à la manière de préparer le charbon de terre, soit à la façon de l'employer dans les opérations métallurgiques. Il ne nous reste plus, quant au premier article, que de l'éclaircir par quelques remarques qui puissent fixer des vues sur les moyens de perfectionner les méthodes usitées. Ces observations seront suivies d'un précis historique des opérations qui ont été exécutées, même sans succès; nous terminerons par une récapitulation abrégée des différentes opérations, des grillages, fonderies & autres, qui peuvent s'exécuter ou qui l'ont été avec ces braises de charbon de terre.

131. QUELQUES-UNES de ces opérations seront décrites en entier d'après Schlutter. Cet ouvrage doit être entre les mains de tout fondeur & maître de forges. Nous aurions pu nous contenter d'y renvoyer; mais nous avons cru utile, ainsi que nous l'avons annoncé, de rapprocher de chacune de ces descriptions les différentes considérations relatives, soit aux especes de charbons de bois,

appliquées dans l'usage ordinaire à telle ou telle autre opération , soit aux espèces & qualités de mines dont nous ferons connaître le traitement avec le feu de charbon de terre. Ces espèces de renseignemens ou d'avertissemens propres à fixer l'attention sur ces pratiques dans les points où elles sont comparables, avec les mêmes pratiques exécutées au feu de bois, auraient perdu leur mérite, si elles n'étaient point rapprochées de cette manière des descriptions auxquelles elles se rapportent.

Recherches sur la réduction des charbons de terre en braises.

132. A en juger par les descriptions que nous venons de rapporter, rien de si simple que ces procédés, rien de plus facile à imiter; le succès qu'a eu M. Jars, & depuis lui plusieurs autres personnes, donne cette idée. Néanmoins, avec quelques réflexions, on reconnaît bientôt l'insuffisance de ces descriptions; elles ne présentent point les vues qui constituent ce qu'on doit appeller une vraie méthode, & elles laissent par conséquent à désirer l'essentiel.

133. IL est à propos de se rappeler que cette fabrication de braises s'exécute principalement par deux procédés en apparence les mêmes, & néanmoins différens. Dans l'un, l'opération se fait à feu plus exactement clos que dans l'autre: le degré de chaleur particulier à chacune de ces combustions, & même au reflux dans une cornue, quand bien même les charbons qui y sont soumis ne seraient pas différens, doit nécessairement influer sur la propriété conservée aux braises qui en proviennent; & comme dans la fabrication en meule, l'ignition est inévitablement inégale, souvent imparfaite, tandis que par la cuisson dans des fours les braises doivent approcher très-aisément d'un état de calcination, toutes les espèces de charbons, par l'une ou par l'autre combustion, ne peuvent manquer de se trouver altérés diversément dans leur volume, dans leur poids, dans leur couleur, dans toute leur forme extérieure, changés enfin en braise d'un genre analogue à leurs parties constituantes & intégrantes, qui rendent les uns disposés à se renfermer en masse spongieuse, les autres à se convertir en scories, les autres à se réduire en cendres, selon le degré de feu qu'ils essuient. De là il suit clairement que, soit à raison de la nature du charbon étouffé dans le feu, ou desséché à la chaleur par un même procédé, soit à raison de la différence du procédé qui aura été employé pour réduire une même espèce de charbon, le genre de braise sera différent; c'est-à-dire, qu'il doit y avoir en conséquence une sorte de dépendance entre le procédé à employer pour cette opération, & la nature du charbon qu'on se propose d'y soumettre. On a dû, par exemple, remarquer que les braises du charbon de Carron en Angleterre ressemblent davantage à des cindres très-poreux, ou braises qui se font à Newcastle; que ces mêmes braises sont différentes de celles du charbon de Clifton, qui brûle

plus difficilement que celui de Carron : dans cet endroit , ainsi qu'à Clifton , la fabrication s'exécute cependant par le même procédé. Quelle est la cause de cette différence ? Elle provient probablement de l'espece de charbon que donnent les mines de l'un & de l'autre endroit. M. Jars trouve dans les braises que l'on appelle *coaks* une couleur plus foncée que dans les cinders ; est - ce l'espece de charbon , ou l'espece de procédé , qui produit cette autre différence ? (*a*)

134. M. Jars , à qui l'on a en France l'obligation d'avoir le premier donné la connaissance de ces procédés , pratiques anglaises , & M. de Genfane qui en a parlé dans son ouvrage , ne paraissent pas s'être occupés de faire remarquer les circonstances qui répandent du jour sur la pratique. On ne voit pas que M. Jars se soit attaché à la faire sentir. Nous nous proposons d'y suppléer , c'est-à-dire , d'essayer de donner une juste idée de l'effet du *cuisage* en *alumelles* (*b*) , & de celui à feu clos ; de maniere que le procédé général , pour l'une & l'autre fabrication , puisse servir de base à une pratique raisonnée.

135. LES mêmes écrits dont nous venons de faire usage , ceux de M. Jars , de M. de Genfane , seront les sources dans lesquelles nous puiserons les principes & les réflexions que nous établirons. N'ayant sur cet article en particulier aucune notion qui nous soit propre , nous n'avons pu prendre d'autre guide ; mais les connaissances suivies que nous avons prises sur toute cette matiere depuis seize ans , nous ont mis suffisamment en état d'analyser les remarques éparées dans les mémoires de M. Jars , de les éclaircir dans quelques points , & d'en déduire des regles qui assurent le succès de cette pratique dans l'appareil préliminaire , & ensuite dans la maniere de gouverner le feu. Une considération tirée de la chose même , mettra d'abord sur la voie le lecteur le moins au fait du sujet que nous allons traiter.

Observations générales sur les braises restantes d'un feu ordinaire de charbon de terre , & sur les différens états par lesquels le charbon de terre passe successivement avant d'être consumé.

136. IL ne faut qu'avoir vu quelques feux de houille , & en avoir usé en

(*a*) M. Venel s'est , je crois , trop pressé de conclure sur ce point. La couleur grise & cendrée des cinders , moins noire que celle des *coaks* , même dans les *coaks* préparés en *alumelles* , n'est point décidément une preuve que ces braises sont plus pauvres ; le degré de calcination qu'elles auraient éprouvé , ne serait - il pas ici pour quelque chose ?

(*b*) Tas de bois que l'on arrange en pile pour les charbonnières de bois : nous nous servirons , pour la fabrication des braises de charbon de terre à l'air libre , des termes employés pour les charbonnières , où le tas achevé en pile , habillé & prêt à recevoir le feu , se nomme *fourneau* ; le tout aluminé s'appelle un *feu*. Le lieu où s'affied la pile ou le fourneau , se nomme *place* &

M m m ij

chauffage, pour avoir remarqué que la plupart du tems la braise de ce charbon éteint pourrait être prise pour de la braise de charbon de bois ordinaire. Si l'on examine avec quelque soin de ces charbons, on reconnaît que les uns se sont éteints plus tôt, les autres plus tard, avant d'être consumés, & tous sont voir clairement à l'œil les différentes modifications que leur ont fait subir les différens degrés de chaleur qu'ils ont éprouvés. Il est aisé d'en conclure que, si l'on cherchait à avoir deux ou trois braises différentes, il ne s'agirait que de ralentir, retarder ou arrêter la combustion de la houille; & que selon le point d'ignition, plus ou moins avancé, ces différentes braises seraient propres à donner de nouveau au feu une chaleur différente, & se trouveraient applicables en conséquence à différens usages. Le premier degré, par exemple, ne consisterait qu'à avoir laissé sécher le charbon à un feu très-doux, pour lui enlever uniquement l'exhalaison humide & la partie la plus grossière de son bitume, de manière qu'il n'aurait proprement éprouvé qu'un reifuge, & qu'il ne serait exactement que greffillé. Ce que j'appellerais second degré, se rapporterait à celui où le feu plus continué & une chaleur plus soutenue, ménagés cependant avec attention, auraient cuit & même recuit le bitume du charbon, qui ensuite pourrait s'allumer de nouveau, plus facilement encore qu'il n'eût fait avant ce cuifage, donner de la flamme comme le charbon greffillé par un premier degré de feu, & moins de fumée.

137. EN laissant agir le feu sur un autre charbon assez complètement pour le priver de toute sa vapeur graille sans le convertir en mâchefer, ni préjudicier à la cohésion de ses parties rapprochées d'un état de calcination, on aurait une troisième espèce de braise brillante à l'œil, sonore comme un charbon de bois sec, semblable en tout à une véritable braise éteinte de charbon végétal, & qui remis au feu rougirait & donnerait encore de la chaleur. Telles sont les trois différences que l'on pourrait établir dans les braises qui résultent journellement d'un grand feu éteint de lui-même ou avec de l'eau, ou étouffé à volonté lorsqu'il est parvenu à différens degrés d'intensité : ce sont ces braises qu'on appelle vulgairement à Liege *krahais*, à Valenciennes *grouffes*, en Auvergne *escarbilles*, en Provence *escabrilles*, en Lyonnais *greffillons*, *recuits*; dénominations qui caractérisent assez bien deux altérations distinctes. Les *coaks*, les *cinders*, substitués par les Anglois au charbon de bois dans plusieurs circonstances, ne sont pas autre chose.

138. IL est certain que par cette combustion, arrêtée de quelque manière que ce soit, le charbon de terre, devenu dans le même état où l'on réduit le bois pour en faire du charbon, est converti en une substance purement charbon, *fesse à charbon*, *charbonniere*, *fauide*; & a, pour les grands fourneaux, huit enjamboies de diamètre; le sol se nomme l'aire du fourneau.

combustible, dépouillée plus ou moins des parties qui exhalent cette fumée qu'on reproche à ce foible; qu'il est purgé, ou de son bitume, ou de son soufre, ou de l'acide quelconque qui lui est propre, & qui est contraire à certaines opérations; qu'il pourrait en un mot être employé avec plus de succès en cet état à plusieurs usages.

139. IL y aurait un moyen très-facile d'avoir sur cela une observation en petit assez complète; ce serait d'allumer plusieurs feux, & de ne faire entrer dans chacun de ces feux qu'une seule & même espèce de houille ou charbon en morceaux à peu près d'un volume égal, comme de houille grasse ou houille chaude, de houille maigre, de clutte, de charbon fort, de charbon faible, & en particulier de fougaille. On s'attend sûrement, & avec raison, qu'après avoir éteint ou éteint ces feux d'une manière quelconque, l'examen qui serait fait des braises de chacun de ces feux présenterait des différences sensibles. Selon les qualités des charbons soumis à ces différens degrés de combustion, les uns consumés en partie, feraient conséquemment réduits à un moindre volume qu'ils n'avaient avant de passer au feu; les autres, au contraire, seraient gonflés, renflés comme une espèce d'éponge, & diminuent de poids, ainsi qu'il arrive à ceux de Montcenis, & à quelques-uns des carrières de la Limagne.

140. TOUTES les espèces ne peuvent donc point être soumises à une même intensité de feu. Les houilles maigres, par exemple, & celles que j'appelle *houilles pyriteuses*, ne peuvent subir qu'une forte de réduction que l'on pourrait nommer un *ressuage*. Les houilles grasses, ou qui, comme disent les Anglais, forment croûte ou gâteau, *caking coal*, sont seules susceptibles d'être soumises, selon l'intention, aux trois différens degrés, mais bien entendu par trois degrés de feu déterminés. Il est facile de concevoir maintenant que la fabrication exécutée par le procédé en grand, comme les alumières, est incomplète & fautive pour obtenir à volonté ces différentes sortes de braises: pour peu que le *baugeage* ou l'habillage (a) du fourneau soit mal fait, l'air s'introduit dans la masse du charbon embrasé, tout se consume & se réduit en cendres. Si la communication de l'air est interceptée, tout s'éteint, le cuissage est manqué; & c'est probablement l'idée de M. de Genisane, lorsqu'il avance dans son *Traité de la fonte des mines avec le charbon de terre*, tome I, chap. XII, pag. 265, qu'on a vainement tenté de cuire le charbon de terre en meule, comme celui de bois, en couvrant le tas avec de la terre & du gazonnage (b). Examinons maintenant en détail la pratique des An-

(a) *Baiger*, couvrir de terre.

(b) La différence de *cuisage* en alume. Les, au désavantage de celui fait dans des fours, est sensible à cet égard, quoique

M. Venel juge la seconde moins parfaite & ne procurant pas le moindre avantage de plus. On ne voit pas pourquoi cet auteur rejette la préparation des *cinders* comme

glais, le procédé exécuté par M. Jars, & la conduite qu'il conviendrait de tenir.

Analyse des procédés indiqués pour faire des braises de charbon de terre en alumes & dans des fours.

141. QUEL que puisse être le procédé auquel on voudrait donner la préférence pour la réduction des charbons de terre, il faudra toujours distinguer deux tems dans cette fabrication, l'appareil préliminaire, & le gouvernement du feu. Pour mettre de l'ordre dans l'examen de ces deux principales circonstances, nous commencerons par celle qui compose le préparatif, quant au choix du charbon, à sa qualité, sa pureté, quant au volume des morceaux qui doivent former la masse, quant à la quantité de charbon qui peut être convertie à la fois en braise, enfin quant à la manière d'arranger, d'habiller la pile ou le fourneau, & à la préférence à donner à la préparation en meule, ou à la fabrication dans des fours, selon la nature des charbons.

142. LA marche de l'embranchement comprendra ce qui tient à la conduite & à la durée du feu, ce qui regarde les signes auxquels on peut reconnaître que l'opération est achevée, & qu'il faut étouffer les braises, le déchet marqué dans une partie de la substance du charbon par l'altération de son volume, la diminution de son poids primordial.

143. *Préparatif & appareil.* COMME tous les charbons de bois ne sont pas propres à donner un bon charbon, les houilles sont dans le même cas. La perfection de la méthode pour faire des *greffons*, des *recuits*, des *cinders*, qui sont les trois modifications différentes, indique la nécessité de spécifier positivement les qualités du charbon les plus favorables à l'opération, soit en alume, soit dans des fours.

144. EN Angleterre, l'espèce de charbon, seule employée à tous les ouvrages métallurgiques, est celui de Newcastle, connu plus généralement sous le nom de *pitch coal*. On doit cependant observer, & c'est la même chose dans tous les quartiers de quelque pays que ce soit d'où l'on tire de ce fossile, que le charbon n'est point d'une bonté égale dans toutes les mines de Newcastle; il s'y en trouve de plus ou moins bitumineux, pyriteux, & même pierreux : cette dernière qualité y est même très-commune. Le nom de *charbon de poix*, par lequel on a rendu en français le mot anglais, exprime la qualité du charbon favorable à ces opérations : il est gras, se fond au feu

une mauvaise fabrication obtenue avec un appareil inutile. Il est vrai que dans ces braises le phlogistique est presque détruit;

mais cet état peut être desirable pour certains usages.

comme la poix, dont il a le brillant ; il se colle en masse ou gâteau, *caking coal* ; plus communément il est distingué sous les dénominations de *charbon de forge*, *charbon de maréchal*. Pour le désigner plus convenablement, abstraction faite des dénominations, c'est celui qui, au sortir de la mine, se trouve dur, compacte, sonnant, sec & d'un beau noir luisant. Les caractères extérieurs de ce fossile, que nous avons rassemblés sous un même article, fourniront ici des renseignemens suffisans pour ne point employer un charbon terreux, pyriteux, impur, & s'en tenir simplement à celui qui est de nature bitumineuse. En s'attachant à ce genre de qualité qui n'est pas toujours dans des proportions également riches, il pourrait être à propos, pour quelques-uns de ces charbons, de ne point soumettre à cette fabrication ceux qui auraient été trop exposés à l'air ou à la pluie. " Pour exécuter cette opération „ par fourneaux, ainsi que par la distillation, on préfère le menu charbon, „ ou celui qui se réduit en petits morceaux ; c'est toujours ce qui foisonne „ le plus dans les mines, & qui se vend quelquefois par cette raison à meilleur marché que le charbon qui est en gros morceaux. „ (a)

145. DANS les charbons de bois, il n'y a pas jusqu'à l'humidité & aux mal-propétés dont ils peuvent être mêlés, qui souvent donnent au fer de mauvaises qualités ; les braises de houille, à raison du second défaut, peuvent de même nuire aux fontes. Le charbon de terre, tel qu'il se vend au pied de la mine, ou lorsqu'il a passé dans le commerce par plusieurs mains, est souvent mêlé de charbon d'ardoise, ou de *slipper coal*, de pierrailles schisteuses, & autres rebuts de mine, ou même de portions du toit ou du plancher, résultantes d'une mauvaise exploitation qui a entrepris sur ces enveloppes : ce sont autant de parties étrangères qu'il faut soigneusement retrancher du charbon destiné à être converti en braise. Ces pierres nommées *nerfs*, *gorres*, restées adhérentes dans les cinders, s'y apperçoivent aisément, & les rendent d'un mauvais débit. M. Jars exclut aussi de l'opération, le charbon mêlé de nerfs. Il est essentiel, dit cet académicien, de bien dépouiller le charbon de la roche & des pierres qui peuvent y être mêlés : on a éprouvé que, soit par défaut d'expérience des ouvriers, soit par leur négligence, plusieurs charbonnières n'ont produit que des coaks imparfaits, qui dans la fonte ont occasionné beaucoup d'embarras. M. Jars en conclut que l'acide du charbon n'avait pas été suffisamment détruit, & que l'on n'en avait pas séparé les pierres qui ne fondaient pas & s'accumulaient dans l'intérieur du fourneau. (b)

146. L'INCONVÉNIENT de ces corps étrangers a été reconnu dans l'essai fait de la houille de Sainte-Foy-l'Argentiere, à trois lieues de Sain-Bel, qui a eu les mêmes défauts au bout de quelques heures de fonte, étant unie à une grande

(a) Sur les mines de charbon de Newcastle, en l'année 1765, dixième mémoire.

(b) Quinzième mémoire.

quantité d'une espèce de schiste réfractaire, & par conséquent peu propre à cette opération; tandis que les coaks résultans de la houille choisie des mines de Rivedegier (a), ont procuré dans la fonte des minerais de cuivre, tout le succès qu'on pouvait en attendre (b), comme on pourra en juger par le détail que l'on verra bientôt.

147. LA grosseur des morceaux de charbon qui doivent entrer dans la masse soumise à la combustion, n'est pas indifférente, d'après la description de M. Jars : en se mettant à séparer des charbons les arêtes pierreuses, nerveuses, qui s'y trouvent mêlées (ce que l'on ne peut faire qu'en les caudant), M. Jars veut que l'on conserve aux morceaux qui en résultent, la grosseur de trois ou quatre pouces cubes ou de très-gros œufs. Cette attention est peut-être nécessaire pour que le feu puisse s'étendre & agir également dans toute la meule : il pourrait se faire que cela ne fût pas d'une nécessité absolue, sur-tout lorsque la fabrication s'exécute dans des fourneaux, comme à Newcastle; la chaleur du feu communiquée à la cheminée du fourneau, étant capable de pénétrer les charbons d'un volume plus considérable que celui indiqué par M. Jars. En jetant les yeux sur la pl. XXII de la seconde partie, on prendra une idée générale de l'arrangement & de la forme à donner à l'entassement. (c)

148. LA quantité de charbon qui peut être soumise à une fabrication, semble aussi, d'après M. Jars, être un point à observer. Cet auteur est d'avis que l'on ne doit pas en cuire à la fois plus de cinquante à soixante quintaux; il pense que dans une masse d'un plus grand volume, l'action du feu sur chaque morceau de charbon ne serait pas convenablement égale & uniforme, qu'il y en aurait alors d'entièrement calcinés, & d'autres qui n'auraient éprouvé aucune sorte d'altération. En supposant la fabrication exécutée en alumelle, on ne voit pas trop à quoi tient la difficulté de préparer à la fois une bien plus grande quantité de charbon que celle à laquelle l'historien s'est borné. Il est certain que, si dans une très-grande meule composée avec un charbon très-abondant en bitume, on ne porte d'abord qu'autant de matière enflammée qu'il en faudrait pour embraser une petite meule, le charbon éloigné du centre venant à se gonfler par la chaleur, ne formerait en se col-

(a) C'est-à-dire de la bonne espèce, & débarrassée de gorres.

(b) A cela près, le déchet dans la fonte.

(c) M. Venel avait été visiter à la ferme de Gravenant, sur la montagne de Rivedegier, les alumelles de charbon de terre: la différence convenable qu'il établit entre elles & celles du charbon de bois, est que ces dernières, au lieu d'être en cônes allongés & assez élevés, ne sont que des bases

de cônes surbaissés, peu épaisses, de 15 à 16 pouces tout au plus, ou des cônes surbaissés & tronqués à la hauteur de 15 à 16 pouces. Il apprit de l'ouvrier qui dirige l'opération, que le feu ne prendrait pas jusqu'au fond si les tas étaient plus épais; les bords en sont uniformément rabattus & considérablement inclinés; &, à cela près, tout le dessus du tas est à peu près plat ou applati.

lant

lant qu'une masse croûteuse, à travers laquelle le feu ne pourrait pénétrer, d'où il résulterait un obstacle à un *cuisage* uniforme ; mais il est clair qu'on peut facilement obvier à cet inconvénient, en portant dans la meule plus ou moins de bois enflammé, selon le volume de l'entassement de charbon : il paraîtrait cependant plus sûr en général, de ne point en préparer à la fois plus de soixante quintaux environ.

148. L'HABILLEMENT de la meule consiste, selon M. Jars, "à recouvrir les charbonnières dans la base de la pile, depuis l'aire du fourneau jusqu'à la hauteur d'environ un pied, avec du menu charbon crud, tel qu'il vient de la carrière, & avec des déblais qui se font dans le choix du gros charbon, & d'achever le reste de l'habillement superficiel avec les menus braisons restans des fabrications précédentes. Il observe en même tems que cette manière dispense de pratiquer, comme pour les autres méthodes, des trous autour de la circonférence, afin de favoriser l'évaporation de la fumée, & que les interstices qui se conservent entre ces mêmes coaks, y suppléent, & font le même effet pour que le feu agisse également par-tout. (a)

149. *Cuisage du charbon. Gouvernement du feu.* APRÈS avoir pourvu à ce que le tout s'allume ensemble & uniformément, le plus difficile est d'aisurer le feu, c'est-à-dire, lui donner & lui conserver par-tout une force égale. "Lorsque la charbonnière commence à fumer, l'ouvrier recouvre le sommet, & conduit l'opération comme celle du charbon de bois, ayant soin de reboucher les ouvertures par lesquelles le feu a passé, pour empêcher que le charbon ne s'y consume ; il continue cette manœuvre jusqu'à ce qu'il ne fume plus, ou du moins jusqu'à ce que la fumée sorte très-claire, signe certain de la fin de l'opération. "A Carron, l'on reconnoît d'une autre manière la destruction du bitume du charbon ; c'est lorsque la flamme s'étend sur toute la surface de l'alumelle. (b)

150. Ces deux renseignemens sont également bons, celui de la fumée surtout. Le volume & la couleur de cette exhalaison pourraient même, dans le courant de l'opération, aider utilement à juger du point où en est la fabrication. Cette fumée qui précède la flamme dans le charbon de terre, doit, comme dans le charbon de bois, varier à raison de l'effet qu'y produit la différente progression de la chaleur que lui communique le feu. Dans le feu de bois, lorsque le principe humide est surabondant, cette vapeur, la fumée, est blanche, &

(a) Selon M. Venel, le feu agit successivement du centre à la circonférence. Des fumées blanches mêlées d'espace en espace de quelque flamme légère, partent de ce centre, & paraissent successivement contenues dans des cercles à peu près concen-

triques, qui vont s'agrandissant à mesure que le feu s'insinue dans le centre, & gagnent de suite & assez uniformément la circonférence.

(b) *Voyages métallurgiques*, treizième mémoire, page 273.

n'est que de l'eau raréfiée. Cette première est suivie d'une fumée noire, quand l'embrasement s'avance. A cette seconde succède une troisième fumée d'un rouge obscur, signal de la flamme prête à se développer, laquelle montre elle-même des nuances graduées, selon qu'elle est encore plus ou moins embarrassée de la partie humide; de brune, elle devient d'un blanc pâle, & prend ensuite la couleur d'un blanc vif, dans laquelle on aperçoit, quand elle est pure, les couleurs qui se distinguent dans un verre prismatique.

151. Ces diverses apparences, remarquées par M. Grignon dans la fumée du feu de bois, ne seraient pas difficiles à étudier dans un fourneau de charbon de terre en alumelle. Quand sur-tout la flamme vient à se montrer à la superficie, elle s'y promène, s'y interrompt à plusieurs reprises, en papillonnant & en badinant; il n'y a point de doute alors qu'elle a achevé son action sur tout le corps de la meule, & que le charbon est dépouillé de la partie la plus grossière de son bitume : c'est ordinairement l'affaire de quarante heures en alumelle, & de trois fois vingt-quatre heures dans des fours, comme à Newcastle. La durée de ces différentes cuites, par quelque procédé que ce puisse être, doit toujours être en raison de la qualité du charbon que l'on traite. Celui, par exemple, qui sera fort gras, demandera plus de tems à cuire que celui qui l'est moins. M. de Genilane a fait cette judicieuse remarque pour le cuissage à la manière de Sultzbach. Il se présente encore sur cela une observation à faire, & sur laquelle il ne se trouve rien dans les descriptions de M. Jars; c'est la différence du tems auquel la force du feu sera plus ou moins capable de résister. Lorsqu'il pleut, la combustion à l'air libre éprouvera un retard qui peut être considérable; il en sera de même à feu clos, dans un fourneau dont la chemise ne pourra point rougir ni s'échauffer comme en tems sec. Il doit y avoir pour ces préparations une saison favorable, comme les mois de juillet, août, septembre & octobre.

152. Les changemens qui se font remarquer sur les charbons de terre convertis en gresillons, ou en recuits, sont de deux espèces : dans le poids il y a un déchet sensible. M. Jars a observé sur la houille de Rivedegier, que la benne de charbon nommé *charbon de forge*, pesant 270 à 280, doit peser de 170 à 180 lorsqu'il est réduit en coaks. L'auteur ne parle ici que des charbons qu'il a employés; mais il doit y avoir à cet égard une différence dans les charbons fort gras, & dans ceux qui le sont moins. A Newcastle, on estime à un quart le déchet du volume du charbon (a). Dans une fabrication faite à Alais, dont parle M. Venel, les charbons de la première qualité ainsi réduits en braises, avaient souffert un déchet de moitié; il soupçonne à cette occasion de la méprise dans les mémoires qui lui ont été fournis, ou quelque mal-

(a) Voyages métallurgiques, dixième mémoire, page 211.

façon dans la préparation. Quant au changement de volume qu'éprouve le charbon après cette fabrication, ce doit être en général, à moins que ce ne fût un charbon pyriteux ou très-maigre, le contraire de ce qui arrive au charbon de bois (a). La houille, pour peu qu'elle abonde en bitume, doit augmenter assez considérablement de volume, puisqu'elle se renfle, se boursouffle en brûlant, & elle ne commence à diminuer qu'en se consumant. Ainsi le charbon de Newcastle, dont on estime à un quart le déchet du volume (b), est un charbon ou pierreux ou pyriteux; ou bien cette altération annonce décidément la différence de l'effet des fourneaux à feu clos, peu propres à dessécher & cuire simplement le charbon, mais bien à le réduire en braises qui approchent d'un état de calcination marquée par l'extrême porosité, & peut-être désignée par le mot *cinders*, qui in cineres abeunt.

153. M. VENEL a accompagné de quelques remarques la description de M. Jars; il dit qu'il ne conçoit pas comment les charbons ainsi présentés au feu, peuvent acquérir du volume: les tas ou les charbonnières, après la cuite, ne lui ont point paru gonflés: il avance encore qu'il a interrogé sur cela les ouvriers, & qu'ils sont convenus qu'ils n'avaient sur cela rien aperçu de sensible. Ce savant chymiste, en ajoutant qu'il regarde cette circonstance comme peu importante, paraît n'avoir pas assez réfléchi sur la nature des charbons qui communément sont soumis à cette fabrication; ce sont des *charbons de poix*, c'est-à-dire, *gras*. Tous ceux de cette classe se boursoufflent nécessairement au feu plus ou moins; & de ce que celui du Gravenand a conservé son même volume, de ce que celui de Newcastle en perd un quart, celui d'Alais environ la moitié, on ne peut qu'en déduire avec certitude une différence ou dans la qualité de la houille ou dans le cuissage, c'est-à-dire, dans le degré de feu que le charbon a éprouvé. M. Venel a été aussi induit en erreur par la comparaison qu'il a faite de ces braises factices résultantes de la combustion, & de celles qui sont le résidu d'un charbon distillé.

154. DANS la fabrication en alumelle, il doit souvent y avoir des braises dont la combustion est manquée; & de même que les charbons de bois mal cuits exhalent une humidité acide huileuse qui peut nuire aux opérations, ceux-ci ne peuvent non plus servir aux opérations auxquelles on veut employer les coaks bien faits. M. Jars est d'avis de faire repasser ces braises une seconde fois dans les charbonnières; mais je ne crois pas ce conseil bon à suivre: il vaut mieux garder ces coaks pour des feux domestiques, ou de quelques manufactures, comme verreries, ou autres.

155. PAR tous ces éclaircissements, il est facile de voir que la méthode

(a) Dans les charbonnières de bois on remarque en général, que le bois ne devient charbon qu'en perdant à peu près les trois quarts de son volume.

(b) Dixième mémoire.

N n ii j

de faire des braises de houilles, quoique facile en quelque maniere, porte sur une connaissance plus exacte & plus étendue qu'on ne le croit communément, de la nature des charbons; c'est essentiellement à l'aide de cette connaissance, que l'on peut juger les différentes altérations ou modifications dont tel ou tel charbon est susceptible par un degré d'intensité de feu déterminé. Les coaks & les cinders qui se fabriquent dans un endroit, ne ressemblent point aux coaks & aux cinders qui se fabriquent dans un autre, parce que ce n'est pas le même charbon. Tel charbon qui est dur & compacte, ne peut se réduire en coaks par le même procédé.

156. " Les cinders de Newcastle sont une braise d'un gris cendré très-poreux, mais ayant beaucoup plus de consistance que ce qu'on appelle coaks, & qui ne sont aussi qu'un charbon privé de son acide sulfureux, mais par un procédé différent. " (a)

157. Au contraire, les cinders du charbon de Kinneil en Ecosse, ceux des environs d'Edimbourg, ceux employés à Winton pour les limes, ne ressemblent en rien à ceux de Newcastle: ces dernières braises en particulier sont très-poreuses, très-légères, moins consistantes & plus noires; elles ne donnent pas de fumée sensible, & donnent moins de flamme que le charbon de bois. (b)

158. Ce qui se pratique pour préparer au moment qu'on en a besoin, des coaks ou braises propres à quelques ouvrages particuliers, dans l'Yorkshire, achève de venir à l'appui de ces différentes remarques, & notamment de celles que fournit l'examen attentif d'un feu de charbon de terre conduit & entretenu dans une cheminée. On regarde comme certain que le bitume du charbon de terre augmente le déchet de l'acier, & même qu'il en gâte la qualité. La ville de Sheffield est renommée pour les fabriques de limes, " auxquelles on emploie communément l'acier cémenté; mais avant de les forger, ainsi que tous ouvrages quelconques en acier, on prive le charbon de son bitume: à cet effet, on met une très-grande quantité de charbon (c) sur le foyer; on souffle jusqu'à ce que le tout soit allumé, & que la

(a) Dixième mémoire.

(b) Dans la ville de Newcastle les cinders se vendent communément un tiers de plus que le pareil volume de charbon de terre qui les a produits; la mesure en est différente de celle pour le charbon: le chaldron des cinders n'est que la moitié du chaldron des charbons, & contient seulement douze brouettes. Vingt-quatre brouettes de charbon coûtent communément dix à douze schelings, & produisent dix-huit brouettes de cinders, dont les douze brouet-

tes se vendent neuf à dix schelings: ils ne font pas d'un si bon débit lorsqu'ils sont mêlés de nerfs pierreux. Les petits morceaux de cinders qu'on retire des cendres des fourneaux de Newcastle, se vendent trois schelings les douze brouettes, pour être mêlés avec le charbon employé à cuire la chaux. Voyages métallurgiques, dixième mémoire.

(c) Ce charbon est à peu près de même nature que celui de Newcastle, cependant moins bitumineux.

„ flamme & la fumée du bitume soient détruites : alors on retire le charbon „ & on l'éteint avec un peu d'eau. C'est avec cette espèce de coaks ou cin- „ ders qu'on forge les ouvrages en acier. „ (a)

159. LE charbon de terre avec lequel on chauffe l'acier dans la même ville & aux environs, où il se convertit une grande quantité de fer en acier, est aussi réduit en coaks pendant l'opération même, & la façon en est bien simple. „ Comme il y a presque toujours dans le foyer un très-gros feu, „ on a soin de mettre le nouveau charbon par-dessus le tas ; de sorte que „ quand ce charbon arrive à l'endroit où est l'acier, il est privé de son bitume. „ (b)

Réflexions sur le cuissage du charbon de terre dans les fourneaux distillatoires, à la manière usitée aux forges de Sultzbach.

160. LA combustion du charbon en alumelle ou dans des fours, la première sur-tout qui se fait à l'air libre, chasse de ce fossile & y détruit beaucoup plus de principes que le cuissage dans une espèce de cornue, comme à Sultzbach. Cette dernière manière y accumule au contraire, suivant le sentiment de M. Venel (c), une grande quantité de matière inflammable, dans l'état que les chymistes appellent fixe, ce qui rend alors la braise susceptible d'un embrasement vif & de durée. Cette fabrication pourrait bien à cet égard avoir quelque avantage sur la combustion en meule & celle dans des fours.

161. M. VENEL a cherché à s'assurer en petit, des différences, par la voie de comparaison. Ce savant avait distillé (d) au fourneau de réverbère dans une cornue de verre lutée, quatre livres de bonne houille concassée de mine, appelée *mine de la Forêt*, près Alais. (e) Le résidu de cette distillation à un feu poussé graduellement, pesait trois livres & demie, & avait par conséquent perdu demi-livre (f), & il s'est consumé au feu en s'embrasant & rougissant médiocrement, sans répandre ni odeur ni fumée. Dans deux semblables distillations, le *caput mortuum* représentant les coaks préparés à Sultzbach par la distillation en grand, a été, selon M. Venel, à peu près les sept huitièmes de la houille qui avait été soumise à l'opération ; ou, pour s'exprimer autrement, la houille avait perdu, comme dans la distillation en grand, un huitième de sa pesanteur seulement, c'est-à-dire, douze & demi

(a) Onzième mémoire.

(b) Douzième mémoire.

(c) Part. I, chap. IV, sect. I.

(d) Chap. II, sect. V. *Analyse de la houille*, part. I.

(e) Ce charbon fort terreux, comme il en juge très-bien par la quantité de produits de sa distillation, est vraisemblablement celui employé pour la cuisson de la chaux.

(f) Part. I, chap. I, sect. V.

pour cent; tandis que, selon les observations de M. Jars, les charbons brûlés en meule perdent trente-cinq pour cent. M. Venel en infère que les coaks préparés par la distillation en grand, & qui ne perdent qu'un huitième de leur pesanteur dans cette opération, sont plus riches, c'est-à-dire, moins épuisés de matière combustible que les braises fabriquées en alumelle; & que cette braise, la plus riche aussi bien que la braise la plus pauvre, possède la propriété désirée, savoir, celle de brûler d'une part sans flamme, de l'autre sans se ramollir & s'empâter au feu. Ces résidus contenus dans le fond de la cornue, n'ont point paru s'y être beaucoup gonflés: dans la distillation, la quantité considérable des parties terreuses unies au bitume de cette houille, s'oppose à ce boursofflement, & a certainement influé aussi, comme dans toute espèce de combustion, sur la pesanteur qu'il s'est trouvé avoir. M. Venel, en estimant cette qualité par la quantité de bitume, ne paraît point faire assez attention aux parties terreuses.

De la chaleur propre aux braises de charbon de terre préparées convenablement.

162. Nous avons exposé en général les qualités du feu de charbon de terre pour les opérations métallurgiques; il reste à considérer en particulier ce même fossile cuit ou réduit en braise, quant à ce qu'il conserve de propriété inflammable, nécessaire pour les travaux de métallurgie, auxquels on voudrait l'appliquer dans cet état.

163. D'APRÈS les principes que nous croyons avoir suffisamment établis sur la différence des charbons, & sur l'action graduée ou modifiée du feu pour les sécher ou ressuier, & pour leur faire essuyer une sorte de cuissage, on reconnaît qu'il est dans ce cuissage ménagé convenablement, un point que l'on pourrait appeler *point moyen*, par rapport à l'état des braises qui résultent de cette fabrication; c'est ce que j'entends par *braises préparées convenablement*. Des charbons choisis d'abord avec connaissance, & soumis au cuissage par un feu gouverné avec attention, arrêté à point, ne sont pas épuisés de leur partie inflammable; ils restent tout-à-fait susceptibles de recouvrer dans le feu, non pas uniquement l'éclat d'une simple incandescence, mais de prendre flamme, & de produire tous les effets propres à un combustible doué de la plus grande activité.

164. M. Jars (a) & M. de Genfsane (b), fondés sur leurs observations, sont d'accord pour attribuer à ces braises de charbon de terre, une chaleur encore bien plus vive & plus durable que celle du charbon végétal; &

(a) Manière de préparer le charbon de terre pour le substituer au bois dans les travaux métallurgiques.

(b) Préface, tome I, page ix; & chap. XII, page 180.

selon M. de Genffane, les coaks de Sultzbach durent au feu au moins le double du tems du charbon de bois. M. Jars, en parlant de cette circonstance, remarque que ces braises s'allument plus difficilement que le charbon crud : c'est encore un point qui peut dépendre, ou de la qualité du charbon, ou du degré de cuisson ; il pourrait par conséquent n'être pas regardé comme général pour toute espèce de braise de houille.

Opérations métallurgiques exécutées & rentées avec le feu de charbon de terre brute, ou de ses braises.

165. Les travaux qui vont être passés en revue, sont une dépendance directe de la préparation des braises de charbon de terre que nous avons essayé de faire connaître à fond : de toutes les opérations qu'embrasse ce que l'on doit appeler proprement *la métallurgie*, nous nous bornerons, comme de raison, à celles pour lesquelles on peut substituer au feu de bois celui ou du charbon de terre brut, ou du charbon de terre converti en braises, & à en décrire uniquement les procédés ; c'est tout ce qui convient aux maîtres fondeurs, tels qu'ils sont le plus ordinairement, *gens de routine rarement habiles* (a), & qui ne doivent plus être réputés que des ouvriers. Il faut à ces ouvriers, dit M. Hellot, (b) non des instructions qui demandent de la réflexion, mais des exemples dans lesquels ils puissent appercevoir aisément ce qui se rapproche de leur routine, & ce qui en diffère. Ce ne sera point s'écarter du sentiment de ce célèbre chymiste, que d'indiquer sommairement à chaque opération la nature du minéral qu'on y traite, ou de rappeler en même tems d'une manière générale les qualités de charbons de bois, ou degrés de feu déterminés par l'expérience. Le lecteur a été prévenu de l'utilité que nous attachons à ces additions.

166. La première forme sous laquelle un métal quelconque passe dans le commerce & dans les arts, est le minéral qu'on jette dans le fourneau de fonderie : la seconde est, lorsqu'il sort du fourneau sous différens degrés de pureté, de consistance, de couleur & de propriété ; c'est ce qu'on appelle *première fonte* ou *fonte à dégrossir*, en allemand *roh-smalzen*, & dont les résultats subséquens sont encore distingués par différens noms. Les Allemands désignent par le nom de *rohstein*, la matière impure & mêlée qui s'obtient après cette première fonte ; & par celui de *spusstein*, la *première matte* ou *matte crue*, matière moyenne entre le minéral & le métal ; mais on prépare le minéral à cette fonte par une opération nommée *grillage*.

Grillage ou rôtissage des mines. (Ustulatio.) G. Roftung.

167. Ce feu préliminaire que l'on fait essuyer aux mines, ouvre & dissipe ;

(a) Préface, page xlvij.

(b) Préface de la traduction de Schlutter, tome II, page x.

dans celles qui sont sulfureuses , les sulfures qui ont minéralisé le métal , & qui ne lui sont pas liés dans la mine. Il est très-avantageux pour toutes especes de mines de fer , même aigres & réfractaires , pour en obtenir un fer de bonne qualité & en grande quantité , sur-tout des mines pyriteuses & quartzueuses. Ce grillage y influe beaucoup , ainsi que la qualité douce du charbon. Ce grillage , pour les mines auxquelles cette préparation est nécessaire , se pratique ou au feu de bois , ou au feu de charbon : la plupart des métallurgistes préfèrent le feu de bois à celui de charbon , soit par économie , soit parce qu'il ne chauffe pas si vivement , & qu'il remplit les mêmes vues. Le meilleur bois est sans contredit le bois de pin & de sapin ; à leur défaut , le bois dur , comme celui de chêne ou de hêtre. On peut aussi se servir de fagots. Il y a des endroits où l'on emploie du bois vert & mouillé ; mais l'expérience ne laisse point de doute sur l'avantage du bois sec. Au surplus , le grillage se pratique , ou avant de donner aux mines la première fonte au fourneau de fusion , ou bien il se pratique sur la matte , ce qui fait qu'on distingue deux especes de grillages , celui de la mine , & celui de la matte.

168. LA grande diversité qui se trouve dans la combinaison des différentes mines , est causée que les méthodes qu'on emploie pour l'un & pour l'autre grillage , ainsi que pour les autres opérations , sont très-variées , & different autant que les mines elles-mêmes : de là vient aussi qu'on est obligé d'en griller quelques-unes un très-grand nombre de fois , & que d'autres n'exigent qu'un très-petit nombre de grillages : nos mines de fer de France n'ont pas même besoin pour la plupart d'être grillées ni traitées de la même manière que les mines en roche , & ne demandent pas à beaucoup près autant de travaux ; il suffit de les laver : il ne sera ici question que de la manière usitée dans les forges d'Angleterre , pour griller la mine de fer au feu de charbon de terre.

Des minerais de fer , qui se traitent dans quelques forges en Angleterre , & de leur grillage.

169. L'IRON STONE , *minera ferri faxea* , se trouve par couches nombreuses & très-variées dans beaucoup de mines de charbon , tantôt au-dessus , tantôt au-dessous du charbon , comme près de Litchfield & de Dudley. L'auteur du petit traité anglais sur les mines de charbon , pense que la pierre métallique qui se trouve près de Vigan en Angleterre , est de cette nature. Dans les mines de Lancashire , cette espece de pierre se trouve aussi non-seulement dans les pays à charbon , mais encore dans beaucoup d'autres où l'on ne connaît point de charbon ; quelquefois elle forme une couche enfoncée à une très-grande profondeur. L'auteur de cette brochure en a rencontré quelques-unes à la profondeur de quarante aunes , avec des feuillets minces de charbon qui y tenaient , & de

de l'épaisseur d'un écu environ. Cette espèce ressemble à quelques autres *iron stone* qu'on tire des mines près de Dudley.

170. SELON M. de Buffon, le nom de *ierre de fer* pourrait être donné en général à la mine en roche, c'est-à-dire, en masses dures, solides & compactes, qu'on ne peut tirer & séparer qu'à force de coins, de marteaux & de mailles.

171. M. Jars a observé (a) que l'*iron stone* se tire d'une terre molle & argilleuse, & se trouve en morceaux près la superficie de la terre; elle est très-sèche & très-pauvre. " La mine de fer proche Carron, en Ecosse, est en rognons dans une espèce de couche d'argille approchant de la ligne horizontale; son inclinaison est au sud-est: la plus commune est plate & arrondie à ses extrémités; au-dessous de la couche d'argille, il y en a une de plusieurs pouces d'épaisseur d'un schiste bleu noirâtre, semblable à celui qui se trouve au-dessus de chaque couche de charbon; & en effet, il sert aussi de toit à un lit de cinq à six pouces d'épaisseur d'assez bon charbon. Quelquefois le charbon touche immédiatement le minerai de fer. Au-dessus de la couche d'argille qui renferme le minerai de fer, sont plusieurs couches irrégulières d'un schiste un peu blanchâtre, & par-dessus un rocher de sable qui sert de soutien aux ouvrages pratiqués pour extraire le minerai, à l'aide de quelques petits piliers de bois droit. La nature du minerai est d'un gris noir, & d'un grain ferré. Le même savant dit qu'il ne ressemble à aucun des minerais de fer qu'il connait. Il y a des morceaux qui, en les cassant, ont différentes cavités dans l'intérieur, sans aucune forme régulière; les cavités sont enduites d'une matière blanchâtre, fort tendre: on prétend que ce minerai est le meilleur. "

172. L'*iron oar*, ou *mine de fer*, est à peu près ce que les Allemands nomment *glask-kopft*, regardé par quelques naturalistes comme une espèce d'hématite; les Anglais l'appellent *kidney oar*, mine en rognons, *tête vitrée*; elle n'a, comme l'hématite, pas besoin d'être grillée; on la fond crud avec les autres minerais; elle est plus riche que l'*iron stone*: deux parties en donnent une de fer; elle se subdivise en deux autres espèces; l'une est chargée de soufre, l'autre n'en a point. (b)

(a) *Voyages métallurgiques*, troisième mémoire, page 270.

(b) La mine de fer qui se trouve aussi dans les couches de charbon de terre de Littry en basse-Normandie, est, selon toute apparence, de la même espèce que celles

dont il est parlé ici; elle a fait le sujet des recherches d'un membre de l'académie de Caen. Il est dit dans l'état des mines de France, placé à la tête de la traduction de Schlutter, qu'elle est très-aigre, au rapport des maréchaux de Caen.



Grillage de la mine de fer aux forges de Carron, & à Clifton en Angleterre. (a)

173. " On étend sur le terrain de gros charbons de terre, dont on fait une
 " couche de dix-huit à vingt pieds de long, de six à sept pieds de large, &
 " de six pouces d'épaisseur, sur laquelle on met le minerai de fer en morceaux
 " de sept, huit, neuf, dix livres; on le forme en dos d'âne, dont la perpen-
 " diculaire abaissée du sommet a environ trois pieds. Cela fait, on met le feu à
 " une des extrémités en y portant quelques charbons allumés. A mesure que le
 " feu gagne en-avant, on recouvre le tout avec du poussier de charbon & la
 " cendre qui se trouve autour, afin de concentrer la chaleur. Il faut plusieurs
 " jours avant que le feu ait pénétré toute cette masse, laquelle est rôtie suffi-
 " samment après cette opération; elle prend alors une couleur rougeâtre, &
 " ressemble à un minerai de fer ordinaire. A Clifton, comme le charbon ne
 " brûle pas si aisément que celui de Carron, on y rôtit le minerai par un autre
 " procédé qui est à peu près le même. On a des fourneaux à peu près sembla-
 " bles à ceux dont on fait usage en Angleterre & en France pour brûler la chaux
 " ou le charbon de terre: on met le charbon & le minerai successivement, &
 " l'on en grille de cette manière aussi long-tems qu'on veut. „

174. M. Jars ne fait pas mention du déchet qui se trouve dans le minerai qui a été soumis à cette opération. Il paraît, d'après l'observation de M. de Buffon, que la quantité de matière humide ou volatile que la chaleur enlève à la mine de fer, est en général à peu près d'un sixième de son poids total; & il est persuadé que, si on la grillait à un feu plus violent, elle perdrait encore plus.

De la fonte des minerais en général.

175. CERTAINS métaux se fondent très-aisément, & ne doivent, pour ainsi dire, que passer au travers du fourneau de fusion; d'autres ne se fondent qu'avec peine, & doivent y séjourner très-long-tems. Il en est, tels que l'étain & le plomb, que le feu dissipe ou calcine & change promptement en chaux, tandis que d'autres résistent plus fortement à son action. Les fourneaux de fusion doivent en conséquence être analogues à la nature des mines ou des métaux que l'on a à traiter, & proportionnés pour la hauteur & la capacité à la durée & à l'intensité de la chaleur qu'on veut leur faire éprouver: ces différences de fourneaux à employer à raison de ces circonstances, n'entrent pour rien dans mon objet. Il nous suffira de remarquer que ceux dont on se sert, sont de l'espèce appelée *fourneaux de réverbère* (b); ceux employés pour les mines de plomb &

(a) *Voyages métallurgiques*, treizième mémoire, page 272.

(b) Ainsi nommés de la manière dont le

feu s'y conduit, & dans lesquels la flamme réfléchiée par les parois du fourneau ou par d'autres obstacles, ne peut s'échapper libre.

de cuivre dans toute l'Angleterre, où on les nomme *cupols*, vraisemblablement à cause de leur construction voûtée en coupole, sont aujourd'hui généralement adoptés dans les travaux métallurgiques, parce qu'on y exécute avec avantage, presque sans distinction, le grillage & la fonte des métaux les plus réfractaires, les affinages de cuivre, la liquation, l'opération des coupelles, &c. L'avantage particulier qu'on retire de ces fourneaux, c'est que, comme ils n'ont pas de soufflets, on n'a pas besoin d'un courant d'eau pour les faire agir: ainsi on peut les construire près de l'endroit d'où se tire le minerai. En France, ils sont connus sous le nom de *fourneaux anglais*; ce sont les mêmes que ceux appelés en Allemagne *fourneaux à vent*; & l'on comprend sous cette dénomination tous ceux dont le feu n'est point animé par les soufflets, mais seulement par le jeu de l'air; en sorte que le nom de *fourneaux à air* leur conviendrait mieux. Les fourneaux servant à fondre les métaux, & qu'on appelle *fourneaux de fusion*, sont plus souvent de cette sorte; quelquefois ils vont par le moyen du soufflet.

176. LA durée d'une fonte, bien conduite d'ailleurs, dépend aussi de la qualité du charbon. Comme à la forge & dans l'affinage des fontes on observe que, si au lieu de se servir de charbons de bois doux, on emploie des charbons violens, soit pour l'essence du bois, comme du chêne ou autre bois gommeux crus dans des terrains arides, soit par la cuite qu'ils ont essuyée, le fer devient fragile, & brûle plutôt que de se chauffer: on doit, pour les grands fourneaux à fondre les mines de fer, préférer le charbon de bois de chêne. Le meilleur est cependant le charbon mêlé; l'opération est fort lente quand on emploie du charbon sans mélange, sur-tout de celui fait avec de vieux hêtres.

Fonte des minerais de fer dans de hauts fourneaux, aux forges de Carron, en Ecosse.

177. M. JARS n'a point vu ces fourneaux. Sur le rapport qui lui en a été fait (a), ils sont semblables à ceux usités en Allemagne & dans plusieurs provinces de France; leur hauteur est de trente pieds; l'intérieur forme un ovale dont le grand diamètre a huit pieds. Chaque fourneau a deux très-grands soufflets de cuir simples (b), mus par une très-grande roue,

ment, & est déterminée à retomber sur elle-même, ou à se frapper continuellement. Cette action réverbératrice de la flamme a donné lieu de distinguer quelques fourneaux sous le titre de *fourneaux de réverbère*, comme ceux où le feu excité par l'air qui entre par le cendrier dans le foyer qu'on nomme *la chauffe*, porte & réfléchit sa

flamme sur le corps qui lui est soumis, sans circuler autour. Tel est le grand fourneau anglais, tels sont encore ceux employés à l'affinage.

(a) *Voyages métallurgiques*, treizième mémoire, page 274.

(b) Comme le fourneau appelé en Angermanie *twickilling*, fourneau à deux vents.

O o o ij

à l'arbre de laquelle il y a quatre mentonnets pour chaque soufflet. La flamme qui sort de ce fourneau, est tellement semblable à celle que donne la fonte au charbon de bois, qu'il est impossible d'en faire la différence : l'opération s'y fait aussi absolument de la même manière ; chacune est d'environ quarante quintaux. Les minerais qui se fondent dans ces fourneaux, sont, au rapport de M. Jars, de six différentes espèces, savoir, cinq de celui nommé *iron stone*, & qu'on grille auparavant ; & la sixième espèce est ce qu'on nomme *tête vitrée* ; on en ajoute très-peu à chaque charge, & on la fond crue ; on y mêle un peu de pierre à chaux pour servir d'absorbant ; on recouvre le tout avec les coaks. On y affine cette gueuse en la mêlant avec d'autres ; on prétend même qu'on l'affine toute seule au feu de charbon de terre. Après que le fer est sorti de l'affinerie & a été battu une fois, on le chauffe une seconde fois dans un foyer dont le feu est tout en charbon de terre.

178. LA gueuse provenant de cette fonte au charbon de terre, qui ne peut jamais produire un bon fer battu, est très-douce ; on la lime, on la coupe presque aussi aisément que le fer forgé, avantage très-considérable pour mouler toutes sortes d'ouvrages en fer coulé : c'est aussi le principal objet de cet établissement ; on y coule sur-tout les plus gros cylindres pour les machines à feu d'Ecosse & d'Angleterre, à l'instar d'une forge très-considérable dans la principauté de Galles. M. Jars a vu jeter un cylindre de cinquante pouces de diamètre.

Fourneau à vent, ou fourneau anglais, en usage à Newcastle & à Swat-wel, pour fondre la gueuse de fer avec le clod-coal réduit en une espèce de cindres, appelé coak, sans aucune addition de charbon.

179. " C'EST celui décrit par Schlutter, à l'article de la fonte des mines
 » de plomb & de cuivre en Angleterre. Il est à peu près semblable à celui exé-
 » cuté dans les mines de Pompean, en basse-Bretagne ; il en diffère néan-
 » moins, selon M. Jars (a), en ce que devant le milieu il n'a qu'une ou-
 » verture qui est bouchée pendant l'opération : elle sert pour refaire le sol
 » du fourneau, & pour y introduire la matière ; après quoi l'on rebouche
 » entièrement cette ouverture : à l'extrémité du fourneau, du côté opposé
 » à la *cheminée*, c'est-à-dire, du côté de la cheminée, il y a une ouverture d'un
 » pied en carré : elle sert à retirer les craës dans le fourneau pour la fonte
 » du minerai de plomb. Cette porte est fermée pendant l'opération avec une
 » brique de la grandeur de l'ouverture ; au milieu de cette brique il y a un
 » trou d'environ un pouce & demi de diamètre, que l'on bouche avec un

(a) *Voyages métallurgiques*, onzième mémoire, page 213.

„ petit cylindre de terre, & que l'on ôte chaque fois qu'on veut voir si la
 „ matiere est fondue & quel est son degré de chaleur, ce que l'expérience
 „ apprend au fondeur : au-dessous de la porte est pratiqué le trou pour la
 „ percée. Le sol du fourneau se prépare avec du sable de mer battu tout
 „ uniment dans le fourneau, & l'on ménage une pente assez forte du côté
 „ où doit se faire la percée; on y forme même un très-grand bassin. Le
 „ fourneau étant ainsi préparé, ce qui se fait tous les matins de la même
 „ maniere, on ferme avec une porte faite en brique la grande ouverture
 „ qui est devant le fourneau; les briques sont assemblées par un grand lien
 „ de fer qui en fait toute la circonférence; on met du charbon de terre
 „ dans la chauffe par une ouverture qui n'a pas plus de six pouces en quarré,
 „ & qui se bouche avec du charbon. Lorsqu'on en a mis suffisamment, on
 „ continue de la même maniere chaque fois qu'on remue le charbon pour
 „ faire tomber les cendres qui sont sur la grille, & ajouter de nouveaux
 „ charbons. On chauffe ainsi le fourneau pendant trois ou quatre heures, au
 „ bout desquelles on ouvre la grande porte de brique qui est suspendue à une
 „ chaîne de fer passée sur une poulie, & l'on met dans le fourneau tout le
 „ fer de gueuse qu'on a dessein de fondre (a); il pèse communément qua-
 „ rante à quarante-cinq quintaux pour chaque fonte. On ferme ensuite
 „ exactement toutes les ouvertures, & l'on donne un feu violent pendant
 „ quatre, cinq & six heures, tems nécessaire pour mettre toute la matiere
 „ en fusion. La consommation du charbon pour fondre la quantité de ma-
 „ tiere qui vient d'être dite, est estimée de vingt-deux ou vingt-trois quin-
 „ taux, & quelquefois plus. Pendant que l'on chauffe le fourneau & qu'on
 „ fond la gueuse, on prépare les moules pour tous les ouvrages qu'on veut
 „ couler, de la même maniere qui se pratique par-tout. A l'extrémité du
 „ fourneau il y a une fosse très-profonde, on y range les moules pour
 „ les grosses pieces (b). Les moules des groilles se placent dans la fosse ver-
 „ ticalement; on bat bien du sable tout autour jusqu'à ce que la fosse soit
 „ pleine; ensuite on charge le tout avec des poids de fer, afin que le feu
 „ ne fasse faire aucun effort; on forme ensuite un canal qui va répondre au
 „ trou de la percée, & on le divise en deux branches proche de la piece.
 „ Quand la matiere est dans une parfaite fusion, on perce avec une forte
 „ baguette de fer sur laquelle on frappe à coups de masse; la fonte se rend

(a) L'auteur observe que la gueuse de
 fer que l'on fond de cette maniere, se tire
 d'Ecosse & d'Amerique; elle vient en mor-
 ceaux de deux ou trois quintaux pesant;
 mais on fond sur-tout des debris de fer coulé,
 comme marmites cassées, petits canons de
 fer, &c.

(b) M. Jars y a vu couler un tuyau de
 pompe de quinze pieds de longueur; on n'y
 peut pas fondre des cylindres qui aient plus
 de vingt-deux pouces de diametre, le four-
 neau n'étant pas assez grand pour contenir
 la matiere d'une plus grande piece.

„ alors dans les moules. Deux ouvriers avec des morceaux de bois arrêtent
 „ dans le canal la craie qui vient avec la matière, afin de l'empêcher d'en-
 „ trer dans les moules : aussi-tôt qu'il est plein, ainsi que les canaux, on
 „ bouche le trou de la percée avec un gros morceau d'argille mis au bout
 „ d'un bâton ; on couvre ensuite avec du petit charbon de bois le surplus
 „ de la matière qui est dans les canaux, afin qu'elle ne se refroidisse pas trop
 „ promptement, & que la pièce qui est dans le moule ne coure aucun ris-
 „ que de caiser. On ouvre ensuite la porte qui est au-dessus de la percée,
 „ & avec de grandes cuillers de fer enduites auparavant d'argille & bien
 „ chauffées, on puise par l'ouverture la matière fondue, & l'on va la verser
 „ dans différents moules préparés à cet effet ; ce qui ne sert que pour former
 „ de petites pièces, comme marmites, pots ou autres, dont les modèles ont
 „ été fournis en bois. On les moule dans du sable mis dans des cadres ou
 „ châssis de bois, comme font ordinairement tous les fondeurs.

180. „ COMME il arrive presque toujours qu'il reste de la matière qui n'est
 „ pas fondue dans les extrémités intérieures du fourneau, & qu'elle en
 „ retient d'autre qui est en fusion, on a un grand ringard de fer que l'on
 „ passe par la porte, & avec lequel on forme un levier afin de détacher du
 „ sol les morceaux, & que le *fer fondu* (a) puisse se rendre dans le bassin.
 „ Si l'on voit que ce qui reste ne soit pas bien fondu, ou ne soit plus assez
 „ chaud, on referme la porte, & l'on donne de nouveau une chaleur vio-
 „ lente au fourneau, pour pouvoir jeter en moule ce qui reste de matière,
 „ à l'aide des mêmes cuillers ou d'autres semblables, préparées & chauffées
 „ de la même manière.

181. „ C'EST ordinairement le soir qu'on coule la matière qui a été fon-
 „ due pendant la journée ; on nettoie bien le fourneau pendant qu'il est
 „ chaud, & l'on ouvre toutes les ouvertures, afin qu'il refroidisse pendant
 „ la nuit, & qu'on puisse le lendemain matin y former un nouveau sol
 „ pour la fonte du jour. Pendant que l'on prépare & que l'on commence
 „ à chauffer le fourneau, on ôte de la fosse la pièce qui a été fondue la
 „ veille, afin d'y substituer un autre moule pour la fonte suivante. Le fer
 „ coulé, provenant de cette fonte, paraît de la meilleure qualité ; la lime y
 „ fait presque le même effet que sur le fer forgé. „

Des fenderies.

182. LE but qu'on se propose dans le travail de fenderies (b), est de

(a) Des auteurs donnent à la fonte de fer le nom de *fer fondu*. M. Grignon trouve cette expression d'autant plus impropre que le fer proprement dit ne fond point ; que lorsqu'il a été fondu, il n'est ni fer ni fonte,

& que la fonte n'a pas encore acquis l'état de fer & ses propriétés. *Mémoire de fide-rotechnic*, page 62.

(b) On ne fait guère usage de fenderies que dans les forges où le fer est aigre.

disposer le fer à être employé à différens usages, en épargnant le tems, les charbons & le travail. L'opération consiste à diviser une lame en plusieurs baguettes suivant l'échantillon que l'on juge à propos. Pour faire cette division avec méthode, il faut que les barres de fer soient de la même épaisseur, ce qui se fait par des cylindres. Il ne serait pas possible d'applatisir & de fendre une barre de fer, si elle n'était adoucie au feu, ce qui donne lieu à une espee de construction de four, pour les chauffer en grand nombre & à peu de frais.

173. LE fer dans les fenderies où l'on se sert de charbon de terre, comme celles qui sont dans le Forez sur la riviere de Gier & ailleurs, qui refendent six à sept millions de fer, se chauffe dans des cheminées bâties comme une *chaufferie avec soufflets (a)*; le fer s'y place par barres de deux pieds & demi à trois pieds de longueur dans la quantité de trois à quatre cents pesant à la fois, qu'il faut environ une heure pour chauffer: on emploie environ pour six francs de charbon pour fendre un mille de fer; une fournée de mille peut être fondue en une heure.

De la maniere de fendre & couper le fer en baguettes, ainsi que de l'étendre & de l'applatisir sous les cylindres, selon la méthode usitée dans le pays de Liege, en Angleterre & en Suede.

184. SANS s'arrêter ici au détail de la machine & des fours, pour l'intelligence desquels il faudrait des *figures*, il suffit de dire que dans quelques fenderies le four est simple, dans d'autres il est double. On y place les bandes de fer; ces bandes sont quelquefois épaissies de deux doigts, & larges de quatre; on les casse de la longueur d'environ un pied neuf pouces: le cendrier est sous le foyer. On met dans un four environ deux cents morceaux de fer que l'on arrange obliquement les uns sur les autres, afin que la flamme & le feu puissent aller librement par-tout; on les dispose ainsi, afin qu'ils forment une espee d'arc sous lequel on met les houilles (b). Les morceaux de fer ainsi chauffés au réverbère, sont tirés du four pour être applatis sous deux cylindres d'acier. Lorsqu'un morceau de fer, de la dimension donnée ci-dessus, a passé sous les cylindres, il est allongé & étendu de façon qu'il a deux aunes de long & six doigts de large. Les morceaux applatis se remettent une seconde fois au four; & quand ils sont chauds, on les repasse sous les cylindres qui leur donnent environ cinq aunes de longueur. Quand le fer sort d'entre les cylindres, un ouvrier le faist avec

(a) La *chaufferie* en général est un creuset destiné à recevoir les pieces pour les chauffer, à mesure qu'on acheve de les battre.

(b) Les charbons employés à Liege pour les fenderies dans les fours à réverbère, sont de l'espee nommée *charbons doux*.

une tenaille, & le présente aux taillans, qui le divisent en trois, quatre, six verges ou baguettes, suivant qu'on le juge à propos. Une fenderie qui travaille tous les jours, peut fendre cinq à six mille poids de marine de fer dans un an. Il faut observer que, pendant que le fer passe entre les cylindres ou les taillans, il y a un courant d'eau qui tombe continuellement sur les cylindres & le fer rouge. On croit que, sans ce secours, le fer passerait difficilement; d'ailleurs les cylindres qui sont d'acier, s'échaufferaient & perdraient leur dureté.

Du fourneau où l'on fond la mine de fer au feu des coaks, à Sultzbach.

185. LES mines de fer qui se fondent dans cette forge, sont de deux espèces, & semblables à celles dont on fait usage dans le pays de Treves & dans quelques forges de la Lorraine Allemande. La première est une sorte de schiste ferrugineux, de couleur d'ocre, feuilleté à sa surface, & plat pour l'ordinaire; d'autres morceaux ont la figure d'une lentille avec un noyau souvent creux, comme celui des pierres d'aigles; c'est le minéral auquel, dans quelques forges de France, on donne le nom de *mine à galet*. L'autre espèce est noire, marquée de taches rouges, & ne se trouve guère que dans des couches de sable; c'est en effet un sable ferrugineux qui est très-commun en France. Ce minéral n'est point riche, & rend au plus le tiers de son produit en fonte, & son produit passe rarement trente à trente-deux pour cent: il se fond crud sans être rôti. Quant au premier, on le calcine légèrement au feu de coaks préparés dans le fourneau décrit précédemment. Pour cela on prend la poussière & le plus menu de ce qui a été retiré du fourneau, & l'opération se fait à peu près de la même manière que l'on cuit la chaux en France avec le charbon de terre, mais avec un feu bien inférieur. Le fourneau où elles se fondent, est entièrement semblable à ceux des autres forges, & diffère très-peu pour les dimensions de celles que M. le marquis de Courtivron a déterminées dans son mémoire sur l'art des forges.

186. LES précautions que l'on prend dans le travail de la fonte, n'ont point paru à M. de Genliane différentes de celles qu'on a coutume de prendre pour les fontes au charbon de bois, si ce n'est qu'il lui a semblé que le vent des soufflets est un peu plus vigoureux, & que l'œil de la tuyère (a) a moins d'éclat que lorsqu'on fond au charbon de bois. On charge le fourneau de la manière qui suit. On commence par y jeter deux couches de mine calcinée, pesant chacune

(a) Conduit par où passe le vent des soufflets. Cette partie est différente dans un fourneau de fonte & dans un fourneau d'affinage; dans la tuyère d'un fourneau de fonte nommée par les Allemands *formen*, il y a deux soufflets; dans la seconde

appelée *kannen*, il n'y en a qu'un. Aux fourneaux à fondre du bas-Hartz, les tuyères sont de cuivre; dans le haut-Hartz elles sont de fer fondu; & dans les fourneaux d'affinage, elles sont de tôle ou de fer battu.

environ

environ cinquante livres ; ensuite cinq paniers de charbon de cinquante à cinquante-cinq livres chacun ; puis trois couches de mine crue , à peu près du même poids ; ensuite trois couches semblables de pierre à chaux ou castine , & par-dessus le tout on met cinq couches de mine calcinée. De là on voit que chaque charge est composée d'environ cinq cents pesant de minéral , de soixante & quinze à quatre-vingt livres pesant de castine , & de deux cents cinquante à deux cents soixante livres de coaks. On charge six fois toutes les vingt-quatre heures , & par conséquent on consume pendant ce tems environ cinq milliers de minéral , sept à huit quintaux de pierre à chaux , & deux mille six cents pesant de charbon de terre ; ce qui produit pendant le même intervalle de tems , une gueuse d'environ mille six cents livres. Au reste , ajoute l'écrivain , ces doses ne concernent que cette forge : on sent parfaitement que lorsqu'on a des mines différentes à fondre , on doit se régler sur la qualité du minéral. La fonte qui provient de ce fourneau est si douce , qu'elle ne diminue à l'affinerie que de vingt-cinq à vingt-six pour cent , & rend un fer de la plus haute qualité ; il est entièrement nerveux , & n'a presque pas de grain.

Chaufserie & perfectionnement de l'acier ; trempe des limes au feu de charbon de terre , en Suede & en Angleterre.

187. EN Suede , à Forismak , dans la chausserie de l'acier les loupes résultantes des morceaux de petite gueuse fondue sur un foyer de forge , &c. sont chauffés avec un feu de charbon de terre qu'on fait venir d'Angleterre (a). L'acier obtenu à Newcastle par la cémentation , est perfectionné au feu de charbon de terre par une autre opération absolument semblable à celle qui se pratique en Styrie ; on la nomme *réduire en acier d'Allemagne* , parce qu'alors l'acier ressemble parfaitement , pour le grain & pour la qualité , à l'acier qui se fabrique en Allemagne. (b)

188. A Sheffield & dans les environs de cette ville (c) , on convertit une grande quantité de fer en acier , dans des fourneaux la plupart semblables à ceux employés à Newcastle pour la même opération , mais plus petits. Le fer qu'on emploie est celui de Suede , & s'arrange dans le pot avec le pouslier de charbon ; le tout se recouvre avec du sable. L'acier cémenté , qui est alors ce qu'on appelle *acier boursofflé* , est porté dans les martinets ; on y chauffe l'acier avec du charbon tout-à-fait recuit , c'est-à-dire presque entièrement privé de son bitume , lorsque ce charbon arrive à l'endroit où est l'acier ; l'ouvrier a seulement l'attention , en remuant son feu , de ne point faire tomber le nou-

(a) Voyages métallurgiques , huitième mémoire. *Fabrique d'acier par la fonte* , page 142.

Tome XVII.

(b) Onzième mémoire , page 226.

(c) Douzième mémoire. *Conversion du fer en acier* , page 256.

veau charbon proche de la tuyere. Les limes se fabriquent encore à Sheffield (a) avec le charbon de terre réduit ainsi en coaks dans le foyer même. Les limes se forgent de même d'une façon particulière, & sont mises le soir dans une grille de feu de charbon de terre, telle que les grilles d'appartement : on les y laisse pendant toute la nuit pour les attendrir, après quoi on les porte aux meulieres pour être polies grossièrement sur les meules, ensuite on les taille à bras d'homme à l'ordinaire. Après les avoir trempées & fait sécher devant le feu, on les chauffe avec des coaks, & on les trempe dans l'eau froide.

189. A Winlington-Mill, à quatre milles de Newcastle, il y a des manufactures de limes (b) auxquelles on emploie aussi l'acier sorti de la cémentation, forgé au martinet & réduit en ce qu'on nomme *acier commun*. Afin d'attendrir davantage les limes forgées & refroidies convenablement, il y a deux procédés. Dans l'un les limes se mettent tout uniment pendant la nuit dans une grille avec un feu de charbon de terre. Dans l'autre, les limes se mettent dans un petit fourneau de réverbere, qui consiste en une place pour mettre l'acier destiné pour les limes, au-dessus de laquelle il y a une cheminée; de chaque côté l'on place un petit fourneau à vent, afin d'y faire du feu avec le charbon de terre; on chauffe l'acier dans ce fourneau pendant sept à huit heures, après quoi l'on polit chaque piece sur la meule. Le charbon dont on fait usage pour tremper les limes, a d'abord été réduit en cinders sur le même foyer de la forge qui sert à chauffer les limes pour les tremper, de maniere qu'ayant été ressué lentement, il s'est boursofflé, est devenu poreux, très-léger, & plus noir que les cinders qui se font à Newcastle. Les braises ne paraissent pas donner de fumée en brûlant, & donnent moins de flamme que le bois.

190. A deux milles de Newcastle, les petites limes se font comme à Winlington-Mill, à la trempe près, qui est un peu différente (c). A la forge on emploie des cinders préparés comme dans le même endroit, mais réduits en plus petits morceaux, gros à peu près comme une noisette; on en met devant le soufflet, & par-dessous un vieux pot ou poele de fer, de façon que cela fasse une petite voûte; le pot est recouvert avec un peu de cinders : c'est sous cette petite voûte qu'on met trois, quatre, cinq & jusqu'à six petites limes à la fois; la chaleur que donnent ces cinders est assez marquée pour que l'ouvrier doive être très-attentif à examiner le degré de chaleur. Afin que les limes ne se déforment pas, l'ouvrier les retourne de tems en tems; à mesure qu'il en voit une prendre la couleur de cerise, il la retire & la trempe.

191. Nous nous sommes cru obligés de nous en tenir, sur ces différentes

(a) *Fabrique de limes*, à Sheffield, douzieme mémoire, pages 259 & 260.

(b) Onzieme mémoire, page 228. *Manufactures de limes*.

(c) *Voyages métallurgiques*, douzieme mémoire, page 233.

opérations, à rapprocher les simples notices que nous donnons relativement au combustible qu'on leur applique; on peut du reste consulter les mémoires de M. Jars, que nous indiquons, dans lesquels on en trouvera tous les détails.

Essais faits dans le marquisat de Franchimont aux forges de Theux, pays de Liege, par M. de Limbourg l'aîné, docteur en médecine.

192. Tous les endroits qui possèdent des mines de fer & des carrières de houilles, sont singulièrement intéressés à la réussite de l'application de ce foissile aux opérations métallurgiques. Le pays de Liege, riche en charbons de terre, singulièrement différens, & en mines de fer de la première qualité (a), est un de ceux auxquels la perfection de ces moyens ferait de la plus grande importance. Le feu comte d'Outremont, évêque & prince de Liege, entre divers avantages utiles & honorables qu'il avait en vue de procurer à sa patrie, mais dont elle a été frustrée par la mort de ce prince, était particulièrement occupé des moyens de faire constater, de fixer la méthode de faire usage des charbons de terre dans les ouvrages métallurgiques. A la faveur d'encouragemens de toute espece, M. de Limbourg l'aîné s'occupait de ce travail aux forges de Theux. M. Jars paraît avoir eu connaissance de ces essais : dans son mémoire sur la maniere de préparer les braises de charbon de terre, qui est de 1769, il avance que les Liégeois emploient à la fonte des mines de fer les charbons purifiés. M. Venel ajoute que cette préparation & les opérations qui s'y rapportent, sont perfectionnées à plusieurs égards par M. de Limbourg; mais ce succès n'est rien moins que complet, & il n'est plus question de la continuation de cette entreprise, depuis la mort du prince qui en était le principal moteur. Des circonstances d'administration détournent encore pour le présent l'attention du nouveau prince & des états de dessus cet objet. Il y a tout lieu de présumer que, dans un tems plus heureux & plus favorable, ce travail sera repris & secondé

(a) Swedemborg rapporte que la mine de fer du pays de Liege est ordinairement jaune ou rouge; qu'elle se tire de plusieurs endroits dans les marais & sous la terre végétale, ce qui est causé qu'elle est enveloppée de beaucoup de terre. Après la calcination, qui est seulement de vingt-quatre heures, elle reste de couleur rouge. Cette description succinte de Swedemborg rapporte la mine de fer du pays de Liege à celle désignée par Vallerius, *ferrum argilla mineralisatum*, *minera intrinseca colore ferreo vel caruleo*. *Minera ferri sub-*

aqueosa, appelée *myrmaim* par les Suédois. Le fer qui provient de la mine du pays de Liege, est, continue Swedemborg, très-tenace & très-sonore quand on le frappe: ce qui fait qu'on le coule en lames minces pour former différentes marchandises, comme pots, marmites, &c. Il ajoute que quand le fer est mis en barres, cent livres de fer crud rendent quatre-vingt-six livres de fer battu; & que la perte ou le déchet n'est que de quatorze pour cent. *Description des forges & fourneaux à fer*, page 90.

comme il mérite de l'être. Le prince & les états, en mettant à profit les facilités que le sol leur fournit en abondance, pour varier & réitérer toutes sortes d'essais, & travaillant pour l'intérêt de la patrie, jouiront de la douce satisfaction d'être utiles à toutes les contrées qui ont un même intérêt au succès de ces tentatives. En mon particulier, je n'envisage point sans plaisir, dans la rédaction que j'expose ici, & qui pourra guider leurs travaux, l'espoir de contribuer quelque chose à la gloire qui en reviendra au prince & aux états. En attendant, on sera bien-aîsé de savoir où en était M. de Limbourg, lorsqu'on paraissait dans l'intention de suivre la chose en grand, aussi loin qu'il est possible : l'état de la tentative à cette époque, se trouve consigné dans deux écrits de M. de Limbourg, qui m'ont été communiqués du vivant du feu prince comte d'Outremont, par son ministre à la cour de France. Je vais en donner un extrait.

193. UNE fonte commencée avec le charbon de bois, fut continuée vingt-neuf heures ; on en obtint douze à treize quintaux de fer, qui fut du fer fort, mais brisant chaud, quoique travaillé de nouveau à une forge de maréchal ; mais en petit, il fut très-malléable. Il est à remarquer, avec l'auteur, que ce fer devait participer du charbon de bois employé immédiatement auparavant. Le fourneau fut surchargé de mines, & la fonte précipitée par la chaleur de ce charbon y fit d'ailleurs quelque dérangement qui rend ce premier essai moins concluant. Ayant ensuite fait construire un fourneau de moitié de hauteur & de largeur des fourneaux ordinaires, c'est-à-dire, ne contenant qu'un huitième, M. de Limbourg l'ainé & son frère fondirent pendant trente-cinq jours, premièrement avec du charbon de bois, ensuite pendant cinq jours consécutifs, avec parties égales de charbon de bois & de charbon de terre. Chaque fois on a obtenu moins de fer en gueuse qu'avec le charbon de bois, & celui de la première épreuve a été très-difficile à affiner ; l'autre en partie facile & en partie difficile, & tous deux brisant chaud.

194. D'APRÈS ces essais, M. de Limbourg soupçonne que l'inconvénient du charbon de terre ne provient que de l'excès de quelque matière vitrifiable ; il établit pour questions, s'il suffirait de diminuer la castine, ou s'il faudrait y ajouter d'une terre réfractaire, telle que de l'argille. Mais on est assuré que cette terre, quoique non fusible par elle-même, ne la ferait pas par la rencontre de la castine & d'autres matières mêlées avec le métal dans la mine ; & si cela arrive, peut-on s'attendre que le fer se combine moins avec ces matières lorsqu'il y aura de l'argille, que quand il n'y en aura pas ?

195. L'AUTEUR de ces mémoires n'ignorait point dès lors la mauvaise réussite des opérations du fourneau de Nassau-Saarbruck, annoncée (a) dans les observations faisant partie des additions & corrections relatives à la description

(a) Par M. Dangenoult, capitaine en premier dans le corps royal d'artillerie.

de l'art du charbonnier de bois , par M. Duhamel. Il observe que les entrepreneurs voyant que le produit en gueuse était à peu près le même par la fonte avec le charbon de terre qu'avec celui de bois , du moins n'en apercevant pas alors la différence (car à la fin on a observé qu'elle rendait beaucoup moins de fer) , restèrent dans une entière sécurité , jusqu'à ce qu'en ayant plus d'un million , ils trouvèrent à l'affinerie plus de déchet en les réduisant en barres , & en obtinrent du fer brisant chaud ; ce qui leur fit abandonner cette entreprise avec une perte considérable , malgré les plus belles apparences qu'ils avaient eues lors de leur fonte. Il est donc constaté jusqu'à ce jour , poursuit l'auteur des mémoires , que de la fonte par le charbon de terre il résulte plusieurs mauvais effets : 1°. la moindre quantité de fer ; 2°. sa pureté moindre , à ce qu'il paraît par la difficulté de l'affinage , & par la mauvaise qualité du fer. M. de Limbourg pense que ces inconvénients pourraient provenir de ce que la houille n'a point été dépouillée à la distillation d'une matière vitrifiable , dont une partie s'attache au fer de la gueuse , & dont une autre partie se fait d'une grande quantité de métal qui se trouve dans le laitier. Ce physicien fait consulter la réussite , à trouver une matière qui , ayant beaucoup d'affinité avec le laitier ou le verre , se combine avec lui , & fasse un composé ou un laitier nouveau , dont l'affinité soit moindre avec le fer , que celle du laitier précédent ; ou bien , selon M. de Limbourg , il ne s'agit que de retrancher ou de diminuer la calcine.

Résultat d'une conférence tenue à Paris sur les mémoires & sur les essais précédents.

196. LA question traitée dans les deux écrits de M. le docteur Limbourg , sur la fonte des mines de fer par le feu de houilles converties en braises , & que M. le chevalier de Heuzy , ancien bourg-mestre de Liege , & ministre de S. A. S. le prince-évêque près Sa Majesté , m'a remis en main , m'a paru mériter d'autant plus d'être pesée mûrement , que le dessein est d'en chercher la solution dans l'expérience en grand. J'ai cru devoir , par cette raison , commencer par soumettre l'objet d'un travail de cette conséquence aux lumières de plusieurs de nos habiles chymistes : M. Macquer , docteur-régent de la faculté de médecine , & associé ordinaire de l'académie des sciences ; M. Dorcet , docteur & ancien professeur de pharmacie ; & M. Demachy , apothicaire de Paris & membre de l'académie des sciences de Berlin , tous connus par des découvertes en chymie.

197. LA question avait d'abord été proposée à chacun d'eux séparément , & ils ont bien voulu se rendre aujourd'hui , après la séance de l'académie , dans la salle où se tiennent les assemblées , à une conférence à laquelle j'avais eu l'honneur de les inviter. On y a repris la lecture des mémoires de M. le docteur Limbourg , l'un fourni en décembre 1770 , l'autre daté du 14 mars 1771 ,

ayant pour titre : *Remarques ultérieures sur la fonte des mines de fer, ajoutées au mémoire donné à ce sujet au commencement de décembre 1770.* La chose a été discutée avec attention, & les articles suivans ont été rédigés d'un avis commun.

198. M. le docteur Limbourg est prié de nous dire si l'opération du bocard, dont il parle dans le premier mémoire, a été faite sur le laitier, s'il en a été fait un essai docimastique, & combien cet essai a rendu de fer.

Quant à l'essai fait, il y a deux ans, par MM. Limbourg, pour finir une fonte avec parties égales de charbon de bois & de houille, il a été observé qu'il serait à propos que M. le docteur Limbourg voulût bien encore faire deux fontes égales en poids & en qualité, l'une en charbon de terre dégraisé, l'autre en charbon de bois, & de nous en envoyer les résultats justes.

Il est encore nécessaire de savoir de quelle nature est la castine qu'on emploie à Liege, pourquoi on l'emploie, à quelle dose & à quelle espèce de mine de fer on l'applique.

Pour ce qui est du plan qu'on se propose de suivre dans l'opération, il comporte la conformation dont ci-joint l'état.

Cinq à six milliers de mines de fer qu'on est dans l'usage de traiter à Liege.

Environ quinze milliers en gros morceaux du charbon de terre *à uzaine*, qu'on emploie ordinairement aux fontes; de la castine en quantité double de ce qu'on a coutume d'en mettre pour la fonte du poids des mines.

Un échantillon de gueuse & du laitier provenu tant d'une fonte faite en charbon de bois, que d'une fonte faite en charbon de terre.

Afin d'assurer le succès du travail dont ces messieurs se feront un honneur de se charger, il a été jugé que, pour la conduite du fourneau, il serait nécessaire qu'ils eussent à leur disposition deux des meilleurs ouvriers de Liege expérimentés à ces opérations.

Fait au Vieux-Louvre, dans la salle des séances de l'académie royale des sciences, le 13 avril 1771. *Signé*, MORAND.

199. SUR la fin du mois de février de cette année 1776, M. Blakey (a) étant à Liege, fit part à plusieurs personnes, qu'il avait le secret infailible de fondre la mine avec la houille, offrant d'en donner les preuves réitérées à ses frais, pour ensuite vendre son secret à l'état de Liege, moyennant la somme de 50000 livres, ou pour l'exécuter en société, moyennant, entre autres conditions, le produit pour lui d'un quart de l'utile, qui, comme il l'annonçait, devait être au moins à soixante-quinze pour cent. Un citoyen très-intelligent, instruit & zélé pour sa patrie, s'était chargé d'abord de former la société, & a eu en conséquence plusieurs pourparlers avec M. Blakey,

(a) Auteur de la description de l'art de construire les pompes à feu, approuvée par l'académie.

tant sur la manière dont la société acquerrait le secret, que sur les moyens de le mettre à exécution. M. Blakey proposait d'établir ses fourneaux & ses forges contigus aux houillères, sans égard si elles sont ou si elles ne sont pas à portée de rivières; il projetait de tirer avec des machines hydrauliques construites selon ses principes, une suffisante quantité d'eau pour faire tourner toutes les roues qu'il emploie à ses opérations; les fourneaux & les soufflets devaient être d'une toute autre forme que ceux usités; ces derniers étaient, selon lui, capables de renverser d'un seul coup l'homme le plus robuste: la dépense de la construction d'un des fourneaux avec deux affineries, devait se monter à cent vingt mille livres, dont M. Blakey aurait la disposition. La même personne chargée de ces entrevues, lui a représenté que ses associés lui proposaient d'abord la fonte dans des fourneaux ordinaires, & se faisaient forts de ne point manquer d'eau suffisante. L'affaire n'a été suivie ni de part ni d'autre.

Essai en petit sur la réduction de la mine de fer par le charbon de pierre de Montcenis, préparé en meule sur les lieux (a); par M. de Morveau, avocat-général au parlement de Bourgogne, correspondant de l'académie royale des sciences de Paris.

200. " LE 5 de ce mois, j'entrepris de faire cette réduction. Je me servis
 „ pour cela, d'un fourneau de fusion de forme simplement cylindrique, n'ayant
 „ d'ouverture qu'au cendrier, du diamètre de huit pouces, de la hauteur de
 „ vingt-deux pouces jusqu'à son dôme, terminé par une ouverture de deux
 „ pouces, pour recevoir les tuyaux dont on le surmonte ordinairement. Je fais
 „ qu'il est d'usage de rétrécir le fond où la matière doit se rassembler; mais
 „ j'avais remarqué que cette forme qui peut être très-avantageuse en grand,
 „ empêchait la chute des charbons, & causait un refroidissement qui laissait
 „ l'intérieur des matières crues, & occasionnait la calcination de leur surface
 „ par l'éloignement du phlogistique. C'est pour cela sans doute que M. Cramer
 „ a également donné la forme cylindrique, seulement un peu renflée dans le
 „ milieu, au fourneau qu'il a proposé pour fondre *trans carbones*, dont on
 „ trouve la description dans l'Encyclopédie, au mot FOURNEAU. Je me con-
 „ tenterai donc d'ôter la grille, de luter un talut sur le bord qui la soutenait,
 „ pour que rien ne s'y arrêtât, & de fermer le cendrier par une brique, ne
 „ laissant qu'une ouverture au-dessus pour placer le nez du soufflet. Tout étant
 „ ainsi disposé, j'ai jeté dans ce fourneau, par l'ouverture supérieure de son
 „ dôme, des coaks ou charbons de pierre cuits à Montcenis, suivant la mé-
 „ thode de M. Jars, & dont M. de la Chaise m'avait fait remettre une suffisante

(a) Lu à l'académie de Dijon, le 15 février 1771, inséré dans le journal de M. l'abbé Rozier, mois de décembre 1773, tome II, page 450.

„ quantité. J'avais eu attention d'allumer les premiers au feu de la forge , parce
 „ qu'ils prennent assez difficilement. J'ai continué de charger ainsi le fourneau
 „ pendant cinq heures de nouveau charbon de la même qualité , sans em-
 „ ployer un seul morceau de charbon de bois ; j'y ai jeté à différentes fois de
 „ la mine de fer mêlée avec les seuls fondans dont on se sert dans les travaux
 „ en grand , qui sont l'argille & la pierre calcaire ; & j'ai trouvé après l'opéra-
 „ tion plusieurs parties de régule de fer aussi parfaites que l'on puisse l'espérer
 „ par le charbon de bois : leur couleur annonce une fonte bien pure ; aussi
 „ cedent-ils à l'action de l'aimant avec une activité presque égale à celle d'un
 „ morceau de fer de pareil volume. La forme de ces morceaux prouve néan-
 „ moins que la séparation du métal & des scories ne s'est pas absolument bien
 „ faite : mais il est très-difficile de l'obtenir dans un essai en petit ; le volume
 „ de la matière n'est pas assez considérable pour former un bain liquide , le
 „ défendre des impressions du froid , & l'entretenir assez long-tems pour que
 „ la pesanteur respective en fasse la séparation. Je m'étais déjà bien convaincu
 „ par l'expérience , qu'il est impossible dans ces sortes d'essais de faire couler la
 „ fonte hors du fourneau , ni même le laitier , parce que le refroidissement est
 „ toujours très-prompt. J'avais donc pris le parti de laisser former le culot sous
 „ les scories , & de ne rien remuer jusqu'à ce que tout fût solide , au risque d'en-
 „ tamer le fourneau pour en tirer le culot ; mais le peu d'épaisseur des petits
 „ fourneaux empêche qu'il n'y ait au fond assez de chaleur pour opérer cette
 „ séparation , à moins que l'on n'entretienne tout autour assez de charbons
 „ allumés pour le défendre du contact de l'air , comme je l'avais fait dans un
 „ précédent essai , d'après le conseil de M. Lewis. Au reste , cette circonstance
 „ ne change rien au résultat , puisqu'elle ne peut dépendre de la nature du
 „ charbon , & qu'il n'en est pas moins acquis par cette expérience , que les
 „ coaks du charbon de pierre de Montcenis peuvent réduire complètement la
 „ mine de fer ; & je ne dois pas omettre que ces charbons ont encore l'avantage
 „ de durer près de quatre fois autant que les charbons de bois , en faisant un
 „ feu moins vif à la vérité que le charbon de pierre brute , mais plus fort que le
 „ charbon de bois. „

Tentative faite en Languedoc.

201. DANS le quartier d'Alais , il y a beaucoup de mines de fer (a) : elles
 ont été pendant quelque tems exploitées avec avantage ; mais la cherté du
 bois , devenu très-rare , en a fait abandonner depuis long-tems l'exploitation.
 Il y a quelques années que M. de la Houllière , brigadier des armées de Sa Ma-

(a) Dans la vallée de Trépalou les veines de fer traversent celles de charbon.
 jecté ,

jesté, & lieutenant de roi à Salfes, instruit par feu M. l'évêque d'Alais, qu'il vit à Cotterets de l'abondance des mines de charbon de terre dans cette province, imagina, d'après l'ouvrage de M. de Genssane, de faire du fer fondu, & même du fer forgé, avec ce combustible. M. de Genssane fut invité de le rendre à Alais; on construisit des fourneaux, on purifia le charbon de terre, on fit venir des ouvriers des Pyrénées (a) : mais toutes les opérations n'aboutirent à rien; on n'eut point de fer. M. de la Houllière, outre une somme très-considérable, que les états donnerent pour favoriser cette entreprise, y a beaucoup dépensé de sien. Ce manque de succès ne le découragea point : instruit que ce procédé était connu & pratiqué en Angleterre, il s'y transporta aux frais du gouvernement; il fut témoin du succès de l'opération. Au mois de janvier 1776, il est revenu à Alais avec deux Anglais que le gouvernement avait chargés d'examiner avec M. de la Houllière la nature du charbon de terre, la bonté des mines de fer, &c. Mais leur rapport n'a pas été favorable : leur avis a été, qu'il fallait renoncer au projet d'avoir du fer forgé, & se borner à faire du fer fondu; que le charbon de terre tiré de la mine nouvellement ouverte à Troulhay, n'était pas même, quant à présent, propre à cette opération. Ils firent observer d'ailleurs, que dans le cas où il s'en trouverait par la suite, l'entreprise deviendrait ruineuse par la situation du local, & par les frais du transport.

Epreuves faites avec différentes proportions de mélange de charbon de bois & de houille.

202. AFIN d'économiser le charbon de bois dans les opérations métallurgiques, il serait au moins possible, en changeant quelque chose à la construction intérieure du fourneau, en donnant sur-tout plus de chute aux étalages; il serait, dis-je, possible de parvenir à une fusion parfaite. M. Dangenoult (b), parmi ses observations, faisant partie des additions & corrections à la description de l'art du charbon de bois, rapporte que, d'après les éclaircissemens fournis par M. Jars sur les établissemens de Saarbruck, M. de Hayange a employé dans un de ses fourneaux pendant trente-quatre heures, de la houille dans les proportions suivantes : Quatorze charges (c) de mine avec cinq sixièmes de charbon, & un sixième de houille. Treize charges de mine avec deux tiers de charbon, & un tiers de houille. Dix-huit charges de mine avec moitié de charbon, & moitié de houille.

(a) M. Venel fait une simple mention de cette entreprise, chap. III, sect. II, part. III, page 504.

(b) Cahier faisant partie de la collection des descriptions des arts & métiers.

(c) Charge, quantité déterminée de ma-

tières qui doivent opérer & subir les effets de la digestion, & qui se mettent dans le fourneau dans des tems à peu près également espacés au fur & à mesure de la consommation.

203. LE résultat de ces charges a été que les deux premières proportions ont parfaitement réussi : la fonte a été belle , & le laitier fort coulant ; mais avec la dernière , la fusion a été plus lente , le creuset plus embarrassé , les scories seches , & le fondeur assujéti à un travail continuel ; cependant la tuyère toujours claire. Le produit du fourneau a été à l'ordinaire ; on a forgé les différentes fontes avec succès ; elles se sont trouvées aisées à affiner.

Fonte de gueuse de fer, exécutée avec succès à la forge d'Aizy en Bourgogne, dans l'année 1775, avec le charbon de terre de Montcenis.

204. AYANT été informé de cette opération lorsqu'elle a été exécutée , je suis parvenu à avoir un morceau du fer qui en a résulté , & qui est très-bon , quoique la mine soit de médiocre qualité : les recherches que j'ai faites & les mouvemens que je me suis donnés pour être instruit de toutes les circonstances de cette opération , m'ont procuré la lecture du résultat détaillé & du procès-verbal qui doivent être publiés à part : il ne m'a pas été permis de les insérer ici.

205. LA braise de charbon qui a été employée , a été travaillée à Breteuil au Perche , chez M. le Vaché , maître de forges : l'échantillon que j'en ai , me fait juger que la préparation est bien faite. J'étais principalement curieux de savoir par quel procédé l'on a obtenu ces braises ; mais la personne qui a conduit cette fabrication s'en réserve pour l'instant le secret. Cette particularité à laquelle je ne m'attendais nullement , suppose une méthode différente de celles qui sont connues , ou digne de préférence , & serait regretter qu'elle restât ignorée ; mais les métallurgistes doivent être exempts de cette crainte. Tout le monde connaît le zèle du ministre qui a dans son département la partie des mines ; c'est à sa protection que le public est déjà redevable de plusieurs ouvrages intéressans sur le fait des mines & sur la métallurgie. Si dans la manière dont a été préparé le charbon employé à la fonte de la gueuse dans la forge d'Aizy , il y a du nouveau ou quelque perfection , M. Bertin occupé sans relâche de faire répandre en France des lumières sur tout ce qui concerne les mines , de favoriser , de récompenser à propos les entreprises qui concourent à ses vues , saura bien lever le voile du secret dont l'auteur juge à propos de couvrir le procédé qui a été exécuté à Breteuil , & à en donner la connaissance au public.

Mines de cuivre ; leur fonte.

206. IL n'y a que le fer qui , après le cuivre , soit plus dur & plus difficile à fondre ; le cuivre rougit long-tems au feu avant d'entrer en fusion ; il donne

à la flamme une couleur qui tient du bleu & du verd : un feu violent & continué pendant long-tems, dissipe une partie de ce métal sous la forme de vapeurs ou de fumée (a), tandis qu'une partie est réduite en une chaux rougeâtre qui n'a plus sa forme métallique ; c'est ce qu'on appelle *chaux de cuivre*, ou *cuivre brûlé*.

207. IL y a différentes sortes de mines de cuivre ; la plupart sont si sulfureuses qu'il est impossible d'en chasser entièrement le soufre par les grillages : ainsi ces mines ne rendent pas si facilement leur métal, que les mines de plomb & d'argent rendent l'œuvre (b). Elles ne donnent d'abord que de la matte ; il y a cependant quelques endroits, à la vérité ils sont rares, où la mine de cuivre contenant peu de soufre, rend du cuivre noir dès la première fonte.

208. IL est peu de mines auxquelles il faille donner un si grand nombre de feux pour les griller, & qui dans la fonte soient aussi chaudes & aussi rougeantes. Le nombre des feux de grillage doit être réglé sur la qualité de la mine ; enfin le traitement de celles qui ne contiennent que du cuivre, est différent de celles qui contiennent cuivre & argent, cuivre, plomb & argent.

209. DANS la fonte des mines de cuivre, on observe encore de la différence suivant les fourneaux qu'on emploie. Ces méthodes peuvent se réduire à deux principales, indiquées par l'auteur du traité de la fonte des mines : (c)
 “ 1°. Par la percée proprement dite, dans laquelle sont compris l'usage des
 „ hauts fourneaux & celui des fourneaux courbes ; 2°. par les fourneaux à
 „ lunettes, ou à double bassin de réception (d). Si l'on a beaucoup de mine
 „ de cuivre *pyriteux* ou de mine feuilletée dite *en ardoise*, il convient de se
 „ servir du haut fourneau, parce qu'on y peut continuer la fonte pendant
 „ plusieurs semaines. Lorsqu'on n'en a que de petites quantités, il faut les
 „ fondre dans des fourneaux courbes, ou dans des fourneaux à lunettes.
 „ Quant à leur fusibilité & à leur résistance au feu, l'on doit observer que
 „ celles qui sont dures, conviennent aux hauts fourneaux & aux fourneaux
 „ courbes, parce qu'on les prépare avec une brasque pesante & dure ; & la
 „ matière qui fond, peut tomber très-vite & extrêmement chaude dans la
 „ trace : au contraire, les mines fusibles rendent beaucoup de scories, & ne
 „ s'attachent que rarement à la brasque ; ainsi on les fond aisément dans le
 „ fourneau à lunettes, pourvu néanmoins que les scories soient tellement

(a) Connue en métallurgie sous le nom de *cendrée de cuivre*, parce que ce sont de petites parties cuivreuses qui s'élèvent de la surface du cuivre comme de la cendre.

(b) Plomb riche.

(c) Schlutter, tome II, chap. CXXXII,

page 600.

(d) Autrement nommé *catin*, qui est un maçonage fait dans l'intérieur ou au-dehors du fourneau, avec une matière appropriée à l'opération, & qu'on appelle *brasque*.

„ fluides, que la matte (a) qui se forme dans le fourneau, puisse les traverser & se précipiter pure & nette. La mine de cuivre feuilletée ou en ardoise convient au haut fourneau, parce qu'elle y demeure plus long-tems que dans un fourneau plus bas, qu'elle a le tems d'achever de se griller „ avant de se fondre. A l'égard des fourneaux d'une hauteur extraordinaire, „ on sent que le charbon a perdu toute sa force lorsqu'il est descendu dans „ l'endroit où il doit fondre le minéral, parce qu'il reste très long-tems dans „ le fourneau avant d'être parvenu à cet endroit; au lieu que dans un four- „ neau courbe, il n'est que deux heures à descendre. „

De la fonte des mines de cuivre à Bristol en Angleterre (b), par un fourneau à vent ou de réverbère.

210. LES mines qui se fondent dans ce fourneau, viennent du comté de Cornouailles & du Devonshire, & de la Nouvelle-York en Amérique. On les casse en morceaux de la grosseur d'une petite noix, la flamme passe par-dessus, & en procédant lentement, elle commence par se griller, finit ensuite par se fondre en matte. Après l'avoir fait couler de nouveau dans ce fourneau, on la grille une seconde fois de la même manière. Ce fourneau, (c) dit l'auteur de qui nous empruntons le détail suivant, est le même que celui dont nous parlerons dans un instant, avec lequel on fond aussi la mine de plomb à Flintshire; il n'a point de soufflets: ce qui fait qu'on n'a pas besoin de courant d'eau pour le faire agir, & qu'on peut le construire auprès de la mine. Ses murs sont épais & retenus tout autour avec de grosses barres de fer; on fait au-dessous un canal pour faire évaporer l'humidité du terrain; leur longueur est de dix-huit pieds en y comprenant la maçonnerie; leur largeur de douze pieds, & leur hauteur de neuf pieds & demi; le foyer est élevé de trois pieds au-dessus du sol de la fonderie: à côté de ce fourneau est la chauffe ou la place du feu; elle a un souchoir ou cendrier, & une grille de fer; de l'autre côté, on fait un foyer ou bassin de percée que l'on entretient couvert de feu lorsqu'il en est besoin: il y a à la face antérieure du

(a) Parmi les produits résultans des différentes opérations sur le cuivre, on distingue les scories, la matte pauvre, riche, moyenne, & le cuivre noir. La *matte crue*, nommée aussi *pièce de cuivre*, est la substance métallique qui provient de la première fonte d'une mine qui a été traitée dans le fourneau de fusion, & qui passe par plusieurs travaux subséquens pour la dégager de plusieurs autres substances étrangères qu'elle contient encore outre le métal qu'on

a voulu en tirer. On appelle *cuivre noir* l'état dernier auquel on tend par les calcinations & les fusions répétées à réduire toute la mine, en la faisant passer par des états de matte différens: on lui a donné ce nom, parce qu'ordinairement il sort noir de la fonte.

(b) *Traité de la fonte des mines*, par Schlutter, tome II, chap. CLII, page 496.

(c) Tome II, chap. XIII, page 115.

fourneau une cheminée qui reçoit la flamme du charbon de terre après qu'elle a passé par-dessus le minéral qu'on a étendu sur le foyer ; ce foyer qui est dans l'intérieur du fourneau , est fait d'une argille qui résiste au feu ; c'est de la terre à pipe, pilée & humectée avec du sable de mer. (a)

211. LE foyer de ce fourneau & le bassin pour la percée (b), se préparent avec du sable de mer, & on les chauffe quand ils sont finis avec du charbon de terre ; on y met la mine sans la griller, & on la chauffe avec du charbon de terre, ce qui tient lieu de grillage ; mais on n'y fait entrer d'abord que quatre quintaux de cette mine par l'espece de trémie qui est au haut de la voûte du fourneau, puis on ferme le trou de cette trémie, & de quatre heures en quatre heures on en ajoute une même quantité : il y a à côté de ce fourneau une chauffe ou réverbère à la grille, sur laquelle on jette le charbon de terre, dont la flamme entre dans la partie voûtée du fourneau ; elle y grille d'abord la mine, puis elle la fond ; ainsi il se forme des scories qu'on retire par une ouverture destinée à cet objet. Quant à la matte, nommée dans ce pays *métal crud*, on perce toutes les vingt-quatre heures pour la faire couler : on tient ce fourneau en feu quelquefois plus d'un an ; & c'est sur le même foyer que l'on grille la mine, qu'on la fond, & qu'on raffine le cuivre noir qui en vient à la fin de toute l'opération. Après avoir cassé en morceaux le métal crud qui a coulé du fourneau, on en remet deux milliers sur le même foyer, où on le tient pendant dix-huit heures toujours échauffé par la flamme du charbon de terre : on perce ensuite pour faire couler la matière dans un bassin qu'on fait avec du sable de mer. Cette opération qu'on nomme encore *grillage*, se répète huit fois, & quelquefois jusqu'à douze, avant d'avoir du cuivre noir : quand ce cuivre commence à paraître, on le fait couler en gros lingots dans un autre bassin aussi préparé avec du sable, ensuite on le remet dans le même fourneau, où on le chauffe jusqu'à ce qu'il soit entièrement purifié, après quoi on le fait couler dans le bassin de sable, d'où on le jette dans l'eau pour le *grenailler*.

Fonte des mines de cuivre d'Ordahlen en Norwege, avec du charbon de terre qu'on faisait venir d'Angleterre. (c)

212. VERS 1726, quelques Anglais ayant pris à ferme des mines de cet endroit, & celles de Königsberg, ils construisirent dans le premier endroit où elle paraissait riche & mêlée de mine bleue (d), un fourneau à l'anglaise de

(a) Ce fourneau & les deux qui vont suivre, se rapportent à la *planche XLII*

de la traduction de Schlutter, tome II.

(b) Tome II, chap. CIII, page 496.

(c) *Traité de la fonte des mines*, par Schlutter, tome II, chap. XLIII, page 115, & chap. CIII, page 497.

(d) Dite mine d'azur, pierre d'azur,

l'espece dont il s'agit. Ces fourneaux, au rapport de Schlutter, ont un trou par-devant pour retirer les scories, & à côté un foyer formé en creux avec du sable, & dans lequel on fait, pour cette fonte des mines de cuivre, des traces oblongues, dans lesquelles la matte & le cuivre noir se moulent en barres. Voici le détail de construction que l'auteur donne de ce fourneau. (a)

213. Il y a dans ce fourneau au-dessus des canaux pour l'humidité, un sol de terre d'un pied d'épaisseur; sur ce sol, un lit de sable de mer tamisé & humecté. Ce lit de sable est épais d'un pied quatre pouces autour de ses bords, & seulement d'un pied dans le milieu, avec une pente vers la percée; par-dessus ce lit, on met du verre pilé qui étant fondu dans la suite, enduit le bassin d'une espece de vernis. On n'y laisse pas éteindre le feu; & quoiqu'on y fonde rarement deux jours de suite, il n'en coûte jamais tant à y entretenir le feu, qu'à le chauffer quand on l'a laissé refroidir. On peut le chauffer pendant les trois ou quatre premières heures avec du bois, pour le grillage de la mine; mais ensuite on n'y emploie que des charbons de terre qu'on fait venir d'Angleterre. Le bassin pour la percée se fait avec du sable, & l'on a soin de le bien chauffer. On ne grille pas les mines avant de les mettre dans ce fourneau; on les pulvérise & on les y jette crues, sans y ajouter d'autre fondant qu'un peu de sel qu'on a soin de répandre sur la mine. Si la fonte paraît rebelle, on y met quelques baquets de vieilles bouteilles cassées; on attend que le fourneau soit bien chaud, pour y faire tomber par le trou de la trémie dix à douze quintaux de minéral, & l'on referme ce trou aussi-tôt; puis avec du bois on fait un doux feu pendant trois ou quatre heures, remuant le minéral avec un rable de fer, jusqu'à ce qu'il soit suffisamment grillé; ensuite on ferme le fourneau avec une porte de fer garnie de lest; alors on chauffe vivement avec le charbon de terre, ce qu'on continue jusqu'à ce que la mine se soit mise en fusion. Si le charbon de la chauffe ne donne pas assez de flamme, on le remue sur la grille avec un ringard (b); on retire les scories qui se forment avec le rable, & quand il n'en reste plus que très-peu, on fait couler la matte dans le bassin de percée. La fonte de ces douze quintaux de mine dure dix ou douze heures, au bout desquelles on en remet dans le fourneau dix à douze autres. On ne grille pas la matte crue sur des

mine de cuivre azurée, *lapis lazuli*, *lapis cyaneus antiquorum*; pierre un peu cuivreuse, ressemblante, dans l'endroit où on la casse, à du verre qui tient de la nature du jaspé, & dont on prépare pour la peinture à l'huile, & qu'on nomme *bleu d'outremer*. Wolterdorff la met au rang des

mines de cuivre; mais tous les auteurs ne la regardent point comme telle.

(a) Tome II, chap. CIII, page 498.

(b) Afin d'aider la séparation du métal; cela desserre le devant du fourneau, & donne aux crasses la liberté de sortir.

grillages ordinaires ; mais après avoir ramassé celle de plusieurs fontes , & l'avoir cassée en morceaux un peu menus , on en met dix à douze quintaux dans le fourneau , & l'on chauffe doucement pendant trois ou quatre heures , remuant la matière de tems en tems avec le rable ; c'est ce qui tient lieu du grillage : ensuite on ajoute des scories pilées & lavées , puis on fait le feu avec du charbon de terre pour fondre la matière ; on retire les scories , & l'on perce pour faire couler cette seconde matte : on répète la même manœuvre huit ou dix fois , & l'on a du *cuivre noir*.

214. LE cuivre noir , provenant de toutes ces fontes , se raffine comme on l'a dit , dans le même fourneau , où l'on fait le feu le plus violent , en remuant souvent le charbon de terre sur la grille : le déchet du cuivre noir dans le raffinage , est de huit livres par quintal. On brûle pendant le travail entier , de douze heures en douze heures , six ou sept barriques de charbon de terre. A l'égard des scories de toutes ces fontes , après les avoir pilées & lavées , comme on l'a dit ci-dessus , on les met au fourneau avec la *matte crue*.

Fonte des mines de cuivre de Königsberg en Norwege. (a)

215. LE fourneau est pareil au précédent ; mais le travail fut , à quelques égards , différent de celui qui vient d'être décrit : on prit pour sa fonte de la mine de cuivre *ferrugineuse* , de la mine de plomb mêlée de blende , dont le quintal tenait une once deux gros d'argent , trois livres de cuivre & dix-huit livres de plomb. Ces mines n'étaient ni triées , ni lavées , mais seulement cassées de la grosseur d'une petite noix ; on fit le bassin dans le fourneau avec du sable qu'on n'avait point fait venir d'Angleterre , & qui ne tenait point de fer ; puis on le chauffa doucement avec du charbon de terre mis sur la grille du réverbère ; ensuite on mit sur ce bassin du verre pilé & des scories de cuivre , & on l'augmenta le feu pour fondre ces matières ; on jeta par-dessus douze quintaux de mine concassée , & l'on ne fit qu'un feu doux pendant quatre heures ; puis on l'augmenta jusqu'à ce qu'elle fût en fusion , & l'on fit six percées pendant les vingt-quatre heures : il en vint de la matte riche en cuivre , mais point d'œuvre ainsi on n'eut point l'argent de cette mine ; on brûla pour ces douze quintaux de mine trois barriques & demie de charbon de terre. On mit ensuite quinze à dix-huit quintaux de matte crue sur le même foyer ; on la grilla à feu doux jusqu'à ce qu'elle parût spongieuse & percée d'une infinité de trous ; ensuite , on la chauffa à grand feu pour la fondre & lui faire rendre son cuivre noir. Ayant amassé

(a) *Traité de la fonte des mines de Schlutter*, tome II, chap. CIII, page 500.

douze quintaux de cuivre noir, on le raffina dans le même fourneau avec le feu le plus violent.

Fonte de la mine de cuivre de Sain-Bel en Lyonnais (a), avec des braises de charbon de terre, en 1769, par M. Jars. (b)

216. " LE 7 mars 1769, à deux heures & demie après midi, l'on commença la fonte de comparaison dans deux fourneaux courbes ou à manches, d'une grandeur semblable, & allant d'une égale vitesse; on garnit l'un en charbon de bois ordinaire, & l'autre en coaks (c). La fonte fut continuée jusqu'au 18 à la même heure; elle avait été interrompue pendant treize heures le dimanche 12, pour préparer & refaire les bassins d'avant-foyer & de réception: on employa donc pour le total de la fonte, cent quatre-vingt-deux quintaux de minerai, mêlé de la mine du Pilon & de celle de Chevinay (d), rôtis à quatre feux, suivant l'usage. "

217. IL résulte de cette fonte de comparaison, qu'avec une quantité de coaks coûtant sept cents vingt-sept livres, on a retiré en deux cents cinquante-une heures, de six cents soixante-douze quintaux de minerai, cent quatorze quintaux de matte; & que d'un fourneau garni de charbon de bois, dont la dépense fut sept cents quarante-deux livres douze sols, on retira dans le même espace de tems de cinq cents dix quintaux de minerai, quatre-vingt-neuf quintaux de matte; que par conséquent le coaks procure une épargne de tems & de dépense (le prix du coaks étant dans le lieu de l'expérience deux livres quatre sols la voie, & celui du charbon de bois, deux livres sept sols).

218. M. Jars, dans le compte détaillé qu'il a publié de cette opération, a observé que le fourneau où l'on a fondu avec les coaks, a été plus endommagé que l'autre, c'est-à-dire, l'ouvrage, & qu'il s'y est formé dans l'intérieur

(a) Le minerai de cuivre de Sain-Bel est ferrugineux. M. Piganiol de la Force, dans sa *Description de la France*, dit qu'une partie se trouve dans une pierre d'ardoise, l'autre dans une pierre sablonneuse semée de petites pointes dont il existe plusieurs sillons, & que c'est la même mine qu'à Cheilly, où la bonne mine est tantôt noire, tantôt verte, appelée *malagiotte*, & qu'il y en a aussi de la bleue comme l'outremer.

(b) *Voyages métallurgiques*, quinzième mémoire, page 333.

(c) On doit remarquer que la houille convertie en braise, était, selon l'expression de M. Jars, une *houille choisie*.

(d) Tout ce quartier vis-à-vis Saint-Pierre de Chevinay & Sain-Bel dans les montagnes de Saint-Bonnet-le-Froid, est couvert d'une argille fine, durcie, & d'une marcassite cuivreuse grise: il renferme aussi une pierre dure avec des paillettes cuivreuses. *Etat des mines de France*, par M. Hellot, premier volume de la traduction de Schlutter, page 30.

des

des cavités plus grandes; ce léger inconvénient produit par la plus grande activité du feu, est peu de chose en comparaison des avantages qui résultent de l'usage de cette matière; toutefois, pour le prévenir en partie, on peut mêler les coaks à moitié ou au tiers avec le charbon de bois : cela se pratiquait depuis dans les fonderies de Sain-Bel, & on en avait reconnu un bon effet. On comprend aisément, dit M. Jars, que le mélange dans la fonte de deux matières combustibles, ne donne pas les mêmes avantages que l'emploi des coaks seuls; mais ils seront toujours assez grands pour les faire préférer à tous égards au charbon de bois sans coaks. Les ouvriers fondeurs en ont remarqué la différence, & donnent la préférence au mélange pour avoir une fonte plus égale; d'ailleurs il est constant que, de quelque manière qu'on emploie les braises de charbon de terre, ils accélèrent la fonte des matières; les fourneaux supportent une charge plus forte de minerai, sans augmenter la quantité de charbon, & la dépense est moindre. Une autre observation très-essentielle, c'est celle du degré de chaleur qu'acquiert la matte ou masse réguline dans l'intérieur du fourneau, pendant le cours de la fonte, dont il a fait plusieurs fois la comparaison dans les *percées* de l'avant-foyer, ou bassin de réception; de cette augmentation de chaleur résulte un très-grand avantage : on conçoit que la matte plus échauffée se purifie & se dégage d'autant plus des parties sulfureuses qu'elle renferme; on l'obtient à la vérité en moindre quantité, mais elle est plus riche en métal, d'où naît nécessairement l'économie du bois dans les rôustages qui suivent l'opération, & du charbon dans les fontes.

Raffinage du cuivre par le feu de charbon de terre crud, ou de ses braises.

219. DES expériences de M. Jars, il suit que les braises de charbon de terre ont leur utilité pour les ouvrages qui se jettent en fonte, & que leur usage est très-bon pour l'affinage des mattes (a). Le raffinage des mattes ou raffinage du cuivre, n'est autre chose que la fonte par laquelle on dissipe ce qui le constitue cuivre noir, pour le conduire de cet état à celui de cuivre de rosette. M. de Genissane est dans l'opinion que cette fonte réussit parfaitement au feu de charbon de terre, il prétend même qu'elle s'y améliore, par un effet de la propriété qu'a toute matière bitumineuse d'augmenter le phlogistique des métaux. (b) Il n'est point de notre objet d'examiner cette raison sur laquelle M. de Genissane fonde son sentiment. Il est bien vrai que la flamme fournie par une

(a) *Affinage* se dit généralement de toute manœuvre par laquelle on fait passer une portion de matière solide sur-tout, quelle qu'elle soit d'ailleurs, d'un état à un autre;

Tome XVII.

ou elle est plus dégagée de parties hétérogènes, & plus propre aux usages qu'on se promet.

(b) Tome I, chap. V, page 148.

R r r

matière très-bitumineuse, donne une très-grande chaleur ; mais l'expérience laisse toujours de grandes présomptions contre la qualité avantageuse du phlogistique du charbon de terre, qui détruit une partie du métal ; & l'on observe que la mine de cuivre près de Wiederthal, qui est assez fusible & mêlée d'un peu de charbon de terre, rend plus de matte que les autres.

220. QUEL que soit le principe contenu dans le charbon de terre, & favorable à l'affinage des cuivres, la persuasion où est M. de Genfière à cet égard, l'a engagé à détailler dans son ouvrage la construction d'un fourneau de réverbère propre à cette opération, & qui est différente de celle des fourneaux servis au feu de bois (a) : il ne s'agit, selon lui, que de connaître le degré de finesse du cuivre ; il donne sur cela les principaux indices qui caractérisent ces degrés. Il ne s'agit encore, suivant lui, que d'être prévenu que ce métal exige un feu plus vif, & le plus court possible.

Liquation du cuivre.

221. ON comprend sous ce titre les différentes opérations à faire pour séparer du cuivre fondu & moulé en tourteaux ou gâteaux, nommés *pains de liquation*, l'argent qu'il peut contenir. M. de Genfière dit qu'elles peuvent s'exécuter facilement dans le fourneau dont nous avons fait une simple mention ; nous nous sommes bornés aussi alors à en représenter seulement trois parties, *fig. 1, 2 & 3, pl. XXII*. Nous acheverons d'en donner ici une idée par le détail de ces trois figures, d'après l'auteur même (b). On voit dans la *fig. 1*, le centre du fourneau en R, d'où la rigole qui doit régner de chaque côté sur le milieu du fourneau, part en Q, au bas de la porte de la coulée T, depuis l'extrémité GH de la chauffe, jusqu'à la porte de la coulée.

222. LES pains de liquation devant être posés de champ sur les plans inclinés du canal, & leur configuration s'opposant à ce qu'ils puissent se soutenir dans la situation qu'ils doivent avoir dans le fourneau, ils tomberaient les uns sur les autres : il en résulterait à la fin de l'opération un très-grand embarras, pour séparer les tourteaux les uns des autres. On obvie à cet inconvénient par le moyen de chevilles de fer enclouées de terre grasse, enfoncées de six à sept pouces dans le mur du pourtour, & contre lesquelles les pains de liquation s'appuient & sont maintenus en sujétion ; une assise de briques de quinze à seize lignes d'épaisseur sur quatre pouces & demi environ de largeur, est rangée tout

(a) Tome I, chap. IV, page 74, & chap. V, page 138. L'auteur annonce aussi ce fourneau propre à plusieurs sortes de fontes, telles que la fonte du mélange du cuivre avec le plomb, pour la liquation & pour la

fonte des cloches.

(b) Devis & proportions d'un fourneau propre à la liquation du cuivre par le moyen du charbon de terre, tome I, chap. VI, page 149.

au pourtour, de maniere qu'il reste entre ces briques un vuide d'un bon pouce & un quart, comme on peut le voir en *a b*, *fig. 3*; par-dessus on met une seconde assise de pierre ou de briques, ce qui forme autant de trous dans lesquels on enfonce les chevilles de la moitié de leur longueur, & contre l'excédant desquelles on appuie les tourteaux à mesure qu'on les range dans le fourneau; de cette maniere les pains se touchant du côté de la chauffe par un seul point de l'extrémité de leur disque, sont retenus par les chevilles à l'autre extrémité, & il reste entr'eux assez de jour pour que la chaleur s'y introduise, & les pénètre par-tout également. A deux pouces ou environ au-dessus des chevilles, on pratique trois portes ou ouvertures *V, V, T*, *fig. 1*, de cinq pouces de largeur, sur quatre de hauteur en-dedans du fourneau, & de la même hauteur en-dehors sur quinze pouces de largeur: ces fenêtres sont uniquement pour examiner comment le tout se passe dans le travail, & voir s'il faut augmenter ou diminuer le feu; & comme le couronnement du fourneau se termine à quinze pouces au-dessus du plan incliné, & que ce couronnement doit être fait, autant qu'il est possible, avec de bonnes pierres de taille, il sera bon de tailler ces portes dans l'épaisseur même de ces pierres.

223. OUTRE ces portes, il faut encore percer dans ces même pierres quatre ouvertures *S*, de trois pouces de largeur sur huit de longueur; ces quatre ouvertures doivent prendre naissance dans l'intérieur du fourneau à la même hauteur des portes, & sortir par-dessus le fourneau sur le bord du commencement. Elles servent tout à la fois & de cheminée & de registre à ce fourneau; car lorsque le feu devient trop violent, on bouche ces ouvertures en glissant une brique par-dessus, & on les ouvre lorsqu'on veut augmenter le feu: de cette maniere, pour peu qu'on sache ménager le charbon, l'on donne à ce fourneau tel degré de feu qu'on peut souhaiter.

224. LA *figure 2* est relative au *chapeau*. Ce couvercle, formé en voûte, est mobile, pour pouvoir l'ôter lorsqu'il est question de faire quelque réparation dans l'intérieur du fourneau, ou de charger le cuivre. Il doit porter de trois pouces tout à l'entour sur le couronnement du fourneau; & comme ce couronnement a quinze pouces d'épaisseur, & que le fourneau a 15 pieds & demi de diamètre, il s'ensuit que le diamètre du chapeau doit être de 7 pieds & demi de dehors en dehors; & qu'en outre il doit former une calotte ou courbure en axe de quinze pouces au plus: en conséquence le cercle *E*, *fig. 2*, de sept pieds & demi de diamètre, se forme avec des plates-bandes de fer de deux pouces de largeur sur quatre lignes d'épaisseur, posées de champ, bien rivées & soudées les unes au bout des autres. Alors on prend quatre autres barres de la même force & de longueur suffisante, que l'on coule de maniere qu'elles forment le bombement ci-dessus: ces quatre barres doivent ensuite être assemblées par le milieu avec un fort rivet, de sorte qu'elles forment huit rayons

R r r ij

a, b, c, d, e, &c. fig. 2, qui viennent s'assembler à égale distance sur le cercle ci-dessus de la manière qui vient d'être décrite; puis on fait un second cercle *Z*, avec des plates-bandes de parçille force, qui s'attachent avec de bons rivets sur le milieu de chaque rayon, de manière que dans l'entre-deux des rayons ce cercle soit un peu enfoncé, afin que la surface de dessous soit au niveau de celle des rayons.

225. On passe ensuite quatre forts crochets au-travers de quatre trous qui doivent être percés aux extrémités opposées de quatre de ces rayons, dont la courbure *h* doit faillir par-dessus, & où ils doivent être retenus par de fortes têtes qui se trouveront au-dessus: on passe dans ces crochets les anneaux des bouts de deux fortes chaînes *GG*, qui vont se croiser au point *m*, où elles sont faiscées par un autre crochet *F*, dont la longue tige est retenue par un boulon placé dans un œil au-dessus d'une bascule destinée à élever le chapeau, & qu'il est facile de supposer ici, ainsi que l'autre petite grue destinée à porter les points de liquation dans le fourneau, & à les y arranger commodément, au moyen d'une corde dont on ne voit qu'une partie.

226. La cage du chapeau étant ainsi assemblée, on a de la forte tôle, nommée *tôle à porte-cochère*, dont on couvre toute la surface du dessous de la cage, en l'attachant aux rayons avec de bons rivets placés de deux en deux pouds, au moyen de trous faits préalablement sur toute la longueur du cercle du milieu & des rayons; il faut observer que les têtes de ces rivets doivent être fabriquées de manière qu'elles faillent d'un bon pouce par-dessous hors de la tôle: ces têtes ainsi faillantes, qui ne se trouvent point aiséz marquées dans la *figure*, servent à contenir le lut dont le chapeau doit être enduit; & comme on chasse ces rivets à force de coups de marteau qui applatissent & écachent un peu l'extrémité de leurs têtes, c'est ce qui les rend d'autant plus propres à l'usage auquel ils sont destinés.

227. A mesure que l'on ajuste les feuilles de tôle sur les rayons de la cage, on doit avoir soin de les courber un peu, afin que le tout prenne la forme d'un segment de sphère concave.

228. Le caffin de coulée *Y*, *fig. 1* & *fig. 2*. Le caffin dans lequel se rend le plomb séparé du cuivre par la liquation & tombé dans le canal, est formé de trois pierres, ayant chacune deux pieds de hauteur sur 22 pouces de largeur, & 5 à 6 pouces d'épaisseur. Elles doivent être posées de champ sur leur hauteur, & enterrées de six bons pouds, en sorte qu'elles forment une espèce de coffre *B, D, N, P, fig. 2*, qui faillira hors de terre de dix-huit pouds, & dont le dessus se trouvera précisément de niveau avec le bas de la porte de la coulée; on remplit ensuite ce coffre de *braque pesante*, bien tassée & pilée jusqu'à ce que le tout soit d'une consistance bien dure & compacte, dans laquelle on creuse le caffin *Y*, avec une espèce de couteau courbe, & auquel on donne

dix-huit à vingt pouces de diamètre, sur huit à neuf de profondeur, en le faisant un peu empiéter dans la retraite N, P, qui fait partie du coffre. Afin de procurer au canal une pente qui puisse déterminer le plomb à se rendre tout de suite dans le caffin à mesure qu'il abandonne le cuivre, sans séjourner dans le canal, on le garnit de brasque empilée & entassée, de manière que cet enduit, sans aucune feinte ni gerçure, formant le sol du canal, soit à deux pouces de son bord en Q, h, fig. 1, & aille en pente vers Q, q, où il doit être à neuf pouces des bords du canal, & finit ensuite en baissant vers la coulée T, où il doit joindre la brasque du caffin.

Fabrique de laiton.

229. POUR les fourneaux propres à la fabrique du laiton, on peut indifféremment employer le charbon de terre, ainsi qu'il se pratique dans le duché de Limbourg, à Stolberg, dans la Thuringe, à Namur, & à Baptist-Mills près de Bristol en Angleterre, où il se fond chaque année jusqu'à trois cents tonnes de laiton (a).

230. M. de Gensfane a décrit dans le plus grand détail les fourneaux de ces différentes manufactures, & l'a éclairci par plusieurs planches. Toute cette partie est bonne à consulter. Nous nous bornons ici à faire connaître une pratique particulière employée à Baptist-Mills, pour exalter la couleur du laiton, par une chauffe qu'on lui donne avant de le soumettre à l'action des martinets : (b) le fourneau employé à cet usage (c), & qui est chauffé avec du charbon de terre, est long & large de cinq pieds en carré, de quatre pieds de hauteur, & voûté intérieurement ; les parois ont un pied & demi d'épaisseur ; sur les côtés du fourneau & à la naissance de la voûte, il y a deux trous par lesquels darde la flamme de la houille, & qui peuvent s'ouvrir ou se fermer, selon que l'on a plus ou moins besoin de vent pour entretenir l'action du feu. La chappe de ce fourneau qui a trois ou quatre pieds de long sur deux de large, est construite de barres de fer de fonte de six à sept doigts d'épaisseur, & posé sur des roulettes ; il y a encore d'autres barres de fer placées dans la longueur du fourneau, & recouvertes d'argille, sur lesquelles on arrange l'un sur l'autre & deux à deux

(a) La tonne équivaut à 3900 livres pesant, ou dix-neuf quintaux & demi, suivant le poids de Cologne. On doit observer que la calamine d'Angleterre se tire d'une mine de plomb, & qu'elle est en grande partie chargée de ce métal, accompagnant constamment la mine, & y étant adhérente.

(b) Il est peu d'endroits, selon M. de

Gensfane, où l'on fasse du laiton d'aussi bonne qualité & aussi haut en couleur, qu'à Baptist-Mills.

(c) Extrait de Swedemborg, traduit par feu M. Baron, de l'académie des sciences, dans la description de l'art de convertir le cuivre rouge ou cuivre rosé en laiton ou cuivre jaune.

les creufets qui contiennent le laiton : ces creufets font recouverts de deux couvercles bien lutés , & on les porte dans le fourneau par le moyen d'un levier ; il y a au-devant du fourneau une porte quarrée de fer , qui s'élève & s'abaisse avec une chaîne : on tient ainsi les creufets pendant deux ou trois heures à une chaleur égale & toujours la même.

231. ON a vu dans un atelier considérable les cinders employés avec avantage par un orfèvre ; (*a*) il avait un fourneau à vent, au-dessus duquel était une cheminée pour établir un grand courant d'air ; les creufets dont il se servait , étaient des creufets d'Allemagne ordinaires, où il mettait l'argent. Dans un de ces fourneaux il plaçait son creuset & rangeait des cinders tout autour, comme ailleurs on dispose le charbon de bois ; l'opération est un peu plus longue, parce que les cinders sont un peu plus difficiles à allumer, mais ces braises donnent un feu très-vif & une flamme peu différente de celle du charbon de bois ; d'ailleurs elles produisent absolument le même effet , & l'on en consomme moins à proportion : on s'aperçoit très-peu de la différence du tems, si l'on a plusieurs fontes successives à faire.

P L O M B E R I E.

Fonte de plomb à Flintshire, principauté de Galles, dans un fourneau de réverbère nommé cupol.

232. Ce fourneau d'usage à Flintshire, principauté de Galles, est le même que celui employé à Bristol pour la fonte de la mine de cuivre , & que nous avons décrit précédemment. Le minerai se met sur un plan couvert d'une voûte ovale, qui a sans doute fait donner à ce fourneau le nom de *cupol*, mais qui est oblongue , & comme une cheminée couchée. Le foyer où se mettent les charbons , est à l'un des bouts de cette voûte , avec qui il communique par une ouverture. Le métal fondu va se rendre dans un creux qui est à côté ; la manière dont s'opère cette fonte par le seul feu de la flamme qui ne touche point au charbon , s'entendra facilement au moyen du détail de la construction du fourneau & de l'opération , que Schlutter en a publié. (*b*) Sur le sol de maçonnerie , il y a un lit fort épais d'argille qui résiste au feu , & sur lequel on forme un foyer avec du sable de mer & de la terre à pipes bien mêlés ensemble, pilés & humectés.

233. ON trie la mine sur le lieu même de l'extraction ; on porte au bocard ce qui est plein de gangues pour en avoir le *schlich* (*c*), & l'on met le tout ,

(*a*) Voyages métallurgiques , dixième mémoire , page 212.

(*b*) Tome II , chap. LX , page 353.

(*c*) Les Allemands appellent *schlich* ou *clique* le minerai en poudre, lavé & préparé de manière qu'on n'a plus qu'à le faire

sans être grillé, dans le fourneau par une espèce de trémie qui se trouve dans sa voûte, & qu'on referme aussi - tôt qu'on a fait entrer le minéral, dont on met deux ou trois tonnes à la fois : la matière demeure dans ce fourneau depuis vingt jusqu'à trente heures sans se fondre, ce qui lui donne le tems de se griller ; lorsque cette quantité est fondue, on la fait couler par une ouverture qui est à l'un des côtés du fourneau, dans un bassin de réception formé avec du sable de mer, puis on remet de la mine dans le fourneau pour une autre fonte, ce qu'on continue tant que le fourneau peut servir (a). On ajoute quelquefois de la chaux vive ou du spath, ou d'une autre sorte de pierre blanche qui se trouve dans le pays, & dont on se sert pour la fonte des mines d'argent & de cuivre, quand elles sont difficiles à fondre ; parce que sans ces absorbans des soufres, toutes ces mines deviendraient si pâteuses, que le métal ne pourrait jamais s'en séparer, & l'on est même obligé dans quelques endroits de l'Angleterre d'ajouter de la ferraille pour faire couler le plomb de sa mine. Depuis quelques années (b) on se sert d'un fondant qu'on nomme *kale*. (c) Ce fourneau de réverbère a une chauffe garnie d'une grille, sur laquelle on jette le charbon : le feu excité par l'air, qui entre sous cette grille par le cendrier, donne une flamme qui passe de la chauffe dans le foyer, où l'on a étendu le minéral ; & comme la cheminée est à l'autre extrémité de ce foyer, & vis-à-vis la bouche de la chauffe, cette flamme circule sous la voûte du fourneau, grille le minéral & le fond. On retire avec un fer une partie des scories de cette fonte, le reste coule avec le plomb dans le bassin de sable ; on le leve de ce bassin pour le mouler en saumons ou culots de 250 à 300 livres. Communément 500 quintaux de mine rendent 300 quintaux de plomb bon à vendre.

Fonte de la mine de plomb en Ecosse, avec la tourbe & le charbon de terre.

234. SCHLUTTER remarque (d) qu'il y a en Ecosse trois sortes de mines de plomb ; la première, nommée *lump lead*, qui est presque plomb pur (e) ;

griller s'il en a besoin, & le porter au fourneau ; alors on lui joint les fondans nécessaires, & on le mêle avec du charbon.

(a) Il peut travailler plus d'un an de suite sans être considérablement endommagé.

(b) En datant de l'année 1718, qui est celle de la publication de l'ouvrage de Cris-tophe-André Schlutter, à Brunswick, en 2 vol. in-fol. sous le titre : *Instruction fondamentale des fonderies & fontes, &c.*

(c) L'auteur, en parlant ici de cette substance, ne la fait connaître que d'une manière très-vague. C'est, dit-il, une matière

noire, légère, qui se trouve avec le charbon de terre dans la province de Galles & dans la Cornouailles. A l'article où il traite de la fonte d'étain, dont nous dirons un mot, il ajoute que cette matière diffère du charbon de terre ordinaire, en ce qu'elle a bien moins de soufre, & que l'huile qu'elle renferme est moins inflammable, qu'elle a par conséquent moins de phlogistique. Ces diffé-rens caractères se rapportent assez au charbon kulin.

(d) Chapitre LV, page 323.

(e) La dénomination anglaise pourrait se rendre par le mot de *mine en rognon*.

la seconde, *swelling lead* ou *smethom*, est la mine triée; la troisième est la mine pauvre (a). On ne fond point la première ni la seconde; on les vend aux potiers de terre pour vernir leurs poteries (b). L'écrivain qui nous fournit la matière de toute cette métallurgie au feu du charbon de terre, a appris (c) de deux seigneurs Ecoissais, qui faisaient travailler eux-mêmes aux mines de ce pays, que ces fourneaux sont de fer fondu, dont les pièces sont ajustées ensemble; que leur profondeur horizontale est de 20 pouces sur 15 de largeur, & qu'ils ont 2 pieds de haut; qu'il y a au bas du fourneau une plaque de fer qui penche un peu vers le devant; que cette plaque a une espèce de rainure creusée, qui sert à faire couler le plomb dans un pot de fer que l'on met devant, & d'où on le puise pour le verser dans des lingotières; enfin, que les soufflets sont placés derrière ces fourneaux, comme le sont ceux du Hartz.

235. COMME ON n'emploie pas de *brasque* (d) à préparer ce fourneau, on y met une plaque de fer qui a une rainure en forme de trace, pour faire couler le plomb fondu dans un pot de fer, sous lequel il y a toujours du feu. Pour fondre le minéral, on le mêle avec de la chaux. En huit heures on fait passer par ce fourneau environ vingt quintaux de minéral, qui rendent dix à douze quintaux de plomb: on tire ce plomb du pot de terre pour le couler en petits saumons, & le vendre.

Affinage du plomb en Angleterre.

236. L'AFFINAGE du plomb, c'est-à-dire, la séparation de l'argent qu'il renferme, a passé par différens degrés de perfection, avant de parvenir à celui où il est aujourd'hui. Par la méthode qui est encore en usage dans toute l'Allemagne, & qu'on appelle en conséquence *affinage à l'allemande*, ou *affinage sous le chapeau*, on réussit à diminuer beaucoup la perte du plomb occasionnée par l'*affinage sous buche*; mais cette perte ne laisse pas encore que d'être considérable (e). Cet inconvénient & la disette de bois, ont fait imaginer aux Anglais des *coupelles* qui se chauffent avec du charbon de terre

(a) On appelle *mines paires* celles qui contiennent trop peu de métal, ou qui sont réfractaires.

(b) C'est vraisemblablement la galène ou mine de plomb en cubes, qui est la mine de plomb la plus ordinaire, appelée dans le commerce *alquifoux*.

(c) Tome I, chap. X, paragr. 17, page 98, & chap. LV, page 325.

(d) Couche de fraîn séché, c'est-à-dire,

de charbon de terre en poudre, quelquefois mêlé avec de l'argille, & distinguée alors de la première, appelée *brasque légère*, par le nom de *brasque pesante*.

(e) M. de Genliane a vu des affinages faits de cette manière, où la perte du plomb a été jusqu'à 32 pour 100; & l'on regarde ces sortes d'opérations comme très-bien faites, lorsque cette perte ne va qu'à 25 pour 100.

dans

dans des fourneaux, sur le fond desquels elles sont adaptées (a). La flamme roule par-dessus le plomb & la coupelle : afin de refroidir & de chauffer en litharge le plomb qui, comme les autres métaux imparfaits, ne peut point se vitrifier sans le contact de l'air, les soufflets soufflent en croix sur le plomb : ce moyen réussit d'autant que dans le fourneau qui fut imaginé, le plomb se convertit presque entièrement en litharge, & qu'il s'en imbibait très-peu dans la cendrée, & que l'affinage y dure beaucoup moins. M. de Genfane donne les proportions de cette espèce de fourneau, & la manière de le construire (b) ; mais il est composé d'un grand nombre de parties auxquelles on ne saurait trop faire attention en le construisant ; néanmoins M. de Genfane estime qu'elles ne nuisent en rien à sa simplicité, étant toutes à demeure, excepté la *coupelle*.

237. NOUS nous en tiendrons ici à la description tirée de l'ouvrage de Schlutter (c). Le fourneau dont on se sert ordinairement, & tel qu'il avait été construit à Pompean en Bretagne, a 5 pieds de face, sur 4 pieds & demi de hauteur, & 6 pieds de longueur, à prendre du côté par lequel la litharge coule. La profondeur de la chauffe est de 4 pieds en terre, & de trois pieds au-dessus de la terre : dans le milieu, à 2 pieds & demi d'élévation de terre, est la porte par laquelle on met le charbon. Cette porte a 16 pouces d'embrasure, réduite à 8 pouces en quarré en-dedans de la chauffe. Le foyer a 18 pouces de large & 2 pieds de long : il a un pied de hauteur au-dessus des barres, formant la grille, jusqu'à l'issue ou sortie de la flamme. Cette issue de la flamme qui réverbère sur la *coupelle*, est de 18 pouces d'ouverture en-dedans, & de 7 pouces de hauteur, réduite à 4 pouces en-dedans, sur 22 pouces de largeur aussi en-dedans. L'espace dans lequel on dispose la coupelle sur deux barres de fer enclavées dans les murs du fourneau, est de 2 pieds & demi de large, sur 21 pouces de hauteur ; de façon que la coupelle doit être de 3 pieds 2 pouces en sa plus grande partie ovale, & de 5 pieds 5 pouces en sa plus petite. Il y a au-dessus de l'espace de la coupelle, deux trous de 4 pouces chacun en largeur, sur 2 pouces & demi de hauteur, au niveau de l'issue de la flamme ; c'est par ces deux trous que la flamme est portée dans la cheminée du fourneau. Le tuyau de la cheminée, de dedans en dedans, est d'un pied quarré, & en-dehors, de 5 pieds quarrés de masse : la porte par laquelle s'écoule la litharge, a 16 pouces d'embrasure en-dehors,

(a) Cette coupelle étant mobile, il est à propos, comme le remarque M. de Genfane, d'en avoir toujours au moins deux, afin que si pendant le travail il arrivait quelque accident à l'une, on puisse lui en substituer une autre.

Tome XVII.

(b) De la construction d'un fourneau de coupelle, propre à séparer l'argent du plomb par le feu de charbon de terre, tome V, chap. VIII, page 198.

(c) Tome I, chapitre IV, page 96.

réduite à 8 pouces en - dedans , sur 7 pouces de hauteur : au-dessus de cette porte , est une issue pour la fumée & pour les souffres du charbon , chassés par le vent du soufflet dans une petite cheminée d'un pied de diametre en-dedans. Ce petit tuyau communique à celui de la masse , par une ouverture qui y est pratiquée à 8 pieds de hauteur de terre : derriere ce fourneau , font d'un côté l'entrée du soufflet , & de l'autre l'entrée du plomb en barres que l'on met à l'affinage ; ces ouvertures ont chacune 6 pouces en quarré en - dedans ; celle du plomb a 2 pieds & demi d'embrasure à prendre au milieu. Tous les murs de ce fourneau ont 16 pouces d'épaisseur ; ils sont faits de briques du pays en-dehors , & en - dedans de briques que les Anglais qui travaillaient à Pompeian faisaient venir de Windsor.

Affinage de plomb en Ecoffe , par le feu du charbon de terre.

238. On fond beaucoup de plomb en Ecoffe ; mais on en affine peu , parce qu'il n'est pas riche en argent ; d'ailleurs le bois , & par conséquent les cendres y manquent : quand néanmoins on y trouve du plomb assez riche pour être regardé comme *œuvre* (a) , on l'affine au feu de charbon de terre , par la même méthode qui est usitée en Angleterre. Le test ou fond de la coupelle , uniquement fait de cendres d'os sans autre mélange , n'a , selon Schlutter (b) , que deux pieds de long , sur un pied & demi de large ; il est couvert d'un chapeau de fer fondu , placé sur le fourneau , qui est aussi de métal. On met dessus seize quintaux d'œuvre , mais peu à peu : le feu se fait avec du charbon de terre qu'on jette sur la grille d'une chauffe ou réverbere qui est à côté , & la flamme de ce charbon est forcée de circuler très-bas sur l'œuvre en bain.

239. M. HELLOT remarque que , dans quelques fonderies de France , on affine de même avec le charbon de terre ; mais que ce fossile donne une flamme si sulfureuse , qu'elle détruit toujours un peu d'argent ; il ajoute que l'avantage de la flamme par la coupelle anglaise , par rapport à la célérité , sur la coupelle allemande , est compensé en ce que la litharge qu'on en obtient , tient quelquefois jusqu'à 5 & 6 gros d'argent , au lieu que celle du Hartz n'en tient que 11 ou 12 grains.

(a) Quand le plomb a été fondu avec le cuivre dans le fourneau , les deux métaux que l'on obtient de ce mélange , se nomment *œuvre* , dont on fait ensuite la séparation par un procédé nommé *liquation* , dans

laquelle le plomb qui découle du fourneau , & qui a servi à dégager l'argent contenu dans le cuivre noir , s'appelle particulièrement plomb d'œuvre.

(b) Tome II , chap. LXXI , page 397.

Refonte de la litharge fraîche (a) en plomb, en Ecoffe.

240. LA qualité de la mine de plomb de ce pays, qui est pauvre en argent, y rend très-rare l'opération dont il s'agit, qui ne doit se faire en général que quand la *litharge* (b) ne peut se vendre, ou être employée à des fontes de mines; cependant, lorsqu'on a amassé assez de litharge pour la revivifier en plomb, Schlutter rapporte (c) qu'on se sert des fourneaux de fer fondu dont il a parlé, page 1233, & l'on fait le feu avec des coaks, qui ne donnent plus du tout de flamme; le plomb coule du fourneau dans un pot de fer placé devant, & qu'on chauffe avec du charbon de terre ordinaire: on le leve avec une cuiller pour le mettre en saumons.

Calcination du plomb.

241. CETTE préparation qui se fait lentement & par la réverbération, & dont résulte une chaux de plomb colorée en rouge mêlé de teinte jaune, connue sous le nom de *minium*, ne s'exécute guere en grand que dans les manufactures de Hollande. Dans le comté de Derbshire en Angleterre, le minium se fait au feu de charbon de terre.

Fonte de l'étain.

242. LA mine d'étain qui se trouve en Cornouailles, est d'une espèce qui n'est connue en Angleterre que dans cette province, à Schlakemberg, à Cinuvaldt en Bohème, à Ehrenfriedersdorf en Saxe (d) près d'Altemberg. On la nomme *ierre d'étain* (e), & on la distingue dans le pays en étain aigre & dur,

(a) A Freyberg en haute-Saxe, on distingue la litharge en quatre sortes, la noire qui vient après les crasses, la rouge & la jaune qui se mettent à part pour être vendues, & la verte non friable & en gros morceaux; c'est cette dernière qui ailleurs est appelée *litharge fraîche*.

(b) Minium poussé à un degré de feu plus vif que la chaux de plomb, le massicot & le minium proprement dit.

(c) Tome II, chap. LXXVIII, page 412.

(d) On peut voir dans le neuvième mémoire de l'ouvrage de M. Frédéric Zimmermann, une description de l'état de cette mine de Saxe en 1746, par M. Jean Gotlob

Bluhr, directeur des mines.

(e) Ou *étain minéralisé dans la pierre*, & qu'il ne faut pas confondre avec la mine purifiée, à laquelle on donne le nom de *ierre d'étain*; c'est ce que Vallerius nomme *minera stanni saxosa, vulgaris; lapides stanniferi; stannum ferro & arsenico mineralisatum, minera lapidea, lapidibus simplicioribus simili: stannum amorphum, petra varia vestitum.* WOLT. Zinn-Spath, Zinn-Graub. Germanor. Elle n'a point de figure déterminée, & ressemble à une pierre ordinaire: elle est pesante, devient rouge au feu, & y exhale une odeur arsenicale.

& en étain doux, riche ou pauvre : quelquefois elle est seule, quelquefois elle est mêlée avec de la mine cristallisée (a) ; d'autres fois en filons rangés par couches, & en *flok-werk* ; enfin quelquefois en grenailles parmi le sable. En même tems que le feu de charbon de terre est employé à la fonte de l'étain en Cornouailles, on se sert encore de ce fossile en poudre, afin de lui donner du phlogistique ; mais ce n'est point le charbon de terre ordinaire, qui avec le phlogistique qu'on cherche à ajouter à l'étain, communiquerait tout le soufre qu'il renferme, au minerai sur lequel on le jeterait. On préfère pour cela le charbon *kulm*, au charbon ordinaire & au *flux noir* (b), en même quantité de ce dernier.

243. M. Hellot, dans le premier volume de la traduction de Schlutter (c), rapporte qu'à la monnoie de Lyon, pour aider la calcination de l'étain dans la coupelle, M. Grosse jetait sur ce vaisseau un mélange de charbon de terre & de salpêtre. Ce mélange qui y détonnait, augmentait de beaucoup l'action du feu à la superficie, pendant que le fer contenu dans le charbon de terre se joignait à l'étain qui se trouvait mêlé au plomb, se calcinait avec lui, le divisait, & facilitait par conséquent l'action du feu sur ce métal. Ce moyen, ajoute l'écrivain, réussissait fort bien.

Fourneau proposé par M. de Genfane, pour fondre toutes sortes de mines par le feu du charbon de terre. (d)

244. Ce fourneau, propre sur-tout pour certaines mines de cuivre ferrugineuses & réfractaires, est un fourneau mixte, faisant à la fois les fonctions

(a) *Stannum polyedrum, irregulare, plerumque nigrum. WOLT. Stannum mineralisatum ponderosum, crystallis arde aggregatis compositum. CARTHEUSER. Minera crystallorum stanni. Stannum ferro & arsenico mineralisatum, minera irregulari, crystallis mineralibus stanni minimis ac lapide composita. WALLER. Zutter Germania.*

(b) Le *flux* qui s'emploie dans la plupart des essais, est composé de deux parties de tartre & une partie de salpêtre. On les pile chacun à part ; on les passe par le tamis, puis on les mêle ensemble, & on les garde dans une boîte pour l'usage ; c'est ce qu'on nomme *flux crud* ou *flux blanc*. La plupart des essayeurs de mines font fulminer ce mélange ; & alors, comme le tartre se réduit en char-

bon pendant la fulmination, on le nomme *flux noir*. Ce tartre qui n'a pu être alkalisé, renferme un phlogistique qui absorbe une partie du produit. M. Cramer recommande de le faire à mesure qu'on en a besoin, parce qu'il ne vaut rien lorsqu'il a pris de l'humidité ; mais M. Hellot a observé qu'en le tenant dans un lieu sec & dans des bouteilles bien bouchées, il est encore très-bon au bout de deux ans. Au reste, si avant de l'employer on s'aperçoit qu'il est humide, il suffit de le faire sécher dans une cuiller de fer. Schlutter préfère le *flux crud* au *flux noir* dans les essais des mines.

(c) Tome XI, page 216.

(d) Tome I, chap. X, page 236, & chap. XI, page 256.

d'un fourneau à manche & d'un fourneau de réverbère. A l'égard des mines de fer, il estime qu'il conviendra d'augmenter un peu les proportions, surtout celles du caïlin, qui dans ces cas doit contenir assez de métal pour former une gueuse médiocre (a). L'auteur avertit, en donnant la description de ce fourneau, que ses effets ne pourront être connus que lorsqu'il aura été exécuté en grand, & il a soin de prévenir qu'il n'en a pas l'occasion. (b)

Séparation du bismuth, de l'antimoine, du mercure, de leurs minerais, par le feu du charbon de terre.

245. SELON M. de Genfane, ces trois demi-métaux n'exigent point de grandes précautions pour leur fonte, il ne s'agit que de la construction de fourneaux propres aux manipulations qui leur conviennent. Pour ce qui est du bismuth (c), il est d'usage de le fondre sur bûche, ainsi que l'antimoine, à peu près de la même manière qu'on calcine les autres mines. M. de Genfane estime que cette opération peut se faire très-commodément au fourneau de réverbère, par le feu de charbon de terre; il juge même qu'on aura alors l'avantage d'avoir le régule de Speïss, très-propre & séparé de toute hétérogénéité (d). Il conseille pour cette opération, le même fourneau qu'il a décrit pour la fonte des mines de plomb, avec quelque différence seulement dans la conduite du travail (e). Il finit cependant par prévenir qu'il n'a point vu exécuter cette fonte en grand; mais que, comme ce qu'il propose est la même mécanique du *test* sous la *moufle* où la chose reussit, il présume qu'elle doit avoir le même succès dans le fourneau de réverbère.

246. QUELQUE simple que soit la méthode usitée en Hongrie pour fondre l'antimoine *per descensum* & à vauzeaux fermés, elle n'est point praticable avec le

(a) On appelle *gueuse* un gros lingot de fer, qui ordinairement est de 18 à 22 pieds de longueur, suivant le produit du fourneau, ou suivant que le local le permet, & environ de 1500 à 2400 pesant.

(b) M. Grignon juge très-possible de se servir avec succès de réverbère pour la fonte du fer, en combinant le minerai avec du charbon de bois, pour lui donner du phlogistique, & lui appliquer le feu de charbon de terre. En faisant l'éloge du travail de M. de Genfane sur cet objet, il pense que ce fourneau a besoin d'être perfectionné, afin que le minerai ne tombe pas cru dans la fonte en bain. Chap. I, sect. II, du développement

du feu, & de son action sur le minerai, page 99.

(c) Connus sous le nom d'*étain de glace*.

(d) *Matte*, matière très-aigre, particulière au cobalt, & sur-tout au bismuth, regardée par M. de Genfane comme un véritable régule de cobalt, & en ayant toutes les propriétés: certaines mines de plomb, selon lui, donnent à la fonte une *matte* de cette espèce, qui se forme au-dessus du plomb, après qu'on en a fait la coulée: les fondeurs d'Alsace le distinguent sous le nom de *porc*.

(e) Tome II, chap. XXXIII, page 364.

feu de charbon de terre. M. de Genfane a imaginé d'y suppléer par un fourneau à chapeau, dont il détaille la construction dans son ouvrage. (a) Quatre ou cinq heures d'un feu vif & continué doivent suffire, selon l'auteur, pour faire rougir les creusets & fondre le minéral: il n'a point vu ces fortes de fontes en grand. Le fourneau imaginé par le même auteur pour la séparation du mercure avec le feu de charbon de terre (b), est de toute nécessité fort composé, par rapport à l'extrême volatilité du minéral qu'il s'agit d'y travailler. Quoique M. de Genfane le juge exempt de défauts, & très propre à l'usage auquel il le destine, soit qu'on veuille employer le feu de bois, soit qu'on veuille employer le feu de charbon de terre, il s'en rapporte au jugement des connaisseurs & à l'expérience.

Opérations sur les calamines.

247. LES calamines ou mines de zinc, ainsi que quelques mines arsénicales, sont assez fréquemment riches en or & en argent pour mériter les frais de leur exploitation, sans avoir égard aux autres produits qu'on en obtient ordinairement; mais on y réussit rarement par la méthode ordinaire. M. de Genfane a publié (c) la description d'un fourneau propre aux calcinations que demande ce traitement, par le feu de charbon de bois, & encore mieux par le feu de charbon de terre.

Extraction du soufre des pyrites, & des autres matieres qui le recèlent.

248. M. de Genfane croit qu'il serait possible de se servir utilement, en observant les mêmes manipulations, du fourneau dont il a donné la description pour les mines arsénicales; les seules différences à apporter, selon lui, consistent à (d) conduire le feu avec ménagement, attendu que dans cette opération il suffit que les creusets soient maintenus légèrement rouges; & qu'au lieu de récipient fait avec de la terre à creusets, on y en emploie de grès ou de terre ordinaire, afin que pendant le travail on soit à même de les remplir d'eau au tiers; ce qui ne pourrait pas être s'ils étaient de terre à creuset.

Du charbon de terre, comme combustible, propre à chauffer soit foyers, soit fourneaux à chaudiere pour arts & manufactures.

249. IL est bien prouvé par le fait, qu'avec le feu de houille on peut fondre les métaux, jusques là même que l'activité de sa chaleur les brûle & les détruit. On ne contestera pas sans doute qu'il soit également propre, sauf les construc-

(a) Tome II, chap. XXXVI, page 416.

(b) Tome II, chap. XXXV, page 390.

(c) Tome II, chap. XXXVII, p. 411.

(d) Voyez tome II, chap. XXXVIII.

tions particulières des fourneaux, à cuire des terres, à calciner des pierres, à fondre des sels, à faire bouillir promptement les plus grandes chaudières. Cette reconstruction de fourneaux, variée selon les différens objets auxquels on voudrait appliquer le feu de houille, le défaut d'habitude ou d'expérience pour conduire le feu, ne peuvent en rien contrebalancer les avantages d'un combustible auquel il ne manque aucune des conditions requises pour remplacer le bois avec succès : les fours & fourneaux appropriés à cet usage par leur construction, sont plus commodes, moins embarrassans que ceux dans lesquels on brûle du bois. On y retrouve bientôt, par l'épargne sur l'entretien du feu, un dédommagement marqué de la dépense de cette reconstruction.

250. L'ÉCONOMIE, cet article de conséquence dans toute espèce d'établissement, se fait sentir du premier instant qu'on s'approvisionne de charbon de terre, au lieu du combustible ordinaire ; elle est sensible par la comparaison aisée à faire, soit de la différence des frais de main-d'œuvre nécessaire pour préparer le bois, soit de la différence du local pour ferrer le charbon de terre, qui n'a pas besoin d'autant d'espace : par la diminution qui s'ensuit du loyer des magasins, dont on pourrait même, dans les endroits peu éloignés de la mine, se passer en se pourvoyant successivement & à mesure aux entrepôts de mines : enfin, au gain sur le capital ordinairement considérable, destiné à l'achat du bois, il est raisonnable d'ajouter les moindres risques d'incendie.

251. En se retraçant à l'idée les variétés nombreuses que l'on peut apercevoir dans les charbons de terre de différens pays, les différens degrés de chaleur dont les uns & les autres sont susceptibles au feu, & qui à cet égard fournissent peut-être plus de ressource que les charbons de bois ; en se rappelant la même variété remarquable dans les braises qu'on peut en préparer ; on entrevoit d'abord qu'il pourrait encore y avoir moins de difficulté que pour le bois, à connaître par l'usage, la qualité ou la quantité convenable à employer, ou de charbon de terre brut, ou du même réduit en braises, pour produire & pour entretenir la chaleur au degré capable d'exécuter les différentes opérations qu'on se proposerait, depuis celles qui demandent le feu le plus vif, jusqu'à celles qui demandent la chaleur la plus douce : on reconnaitra en un mot, qu'il n'est pas plus difficile de mettre à profit le feu de charbon de terre, que celui de bois, de graduer à volonté l'effet des fours & des fourneaux dans lesquels on embrase ce fossile.

252. Il est donc de toute inutilité de s'arrêter ici à aucune des objections que l'on voudrait alléguer contre l'introduction de ce combustible dans les grands ateliers ; ces objections sont moins des difficultés pertinentes & réelles, que de simples prétextes, tels qu'en suggère tous les jours, ou une indifférence mal entendue, quand il s'agit des plus légères améliorations, ou un affermissement aveugle à l'autorité de l'usage & de l'habitude : heureuse-

ment ces motifs d'opposition, fondés uniquement sur un manque de réflexion, ne rendent pas tous les hommes froids à la raison. Pour s'y rendre, il suffirait presque de considérer les endroits où le combustible, quel qu'il soit, est à un prix médiocre & à portée des manufactures; celles qui se trouvent dans cette position, sont celles qui fleurissent le plus.

253. L'ACCROISSEMENT successif du commerce intérieur de l'Angleterre dans les provinces septentrionales, n'a d'autre origine que ces deux circonstances; les seules manufactures auxquelles le bon marché & l'abondance du charbon de terre, à Liège & à Newcastle, ont donné naissance, ne peuvent se compter. On a vu qu'en France, le Forez, l'Auvergne, le Bourbonnais & d'autres provinces tirent les plus grands avantages de cette production: nous avons fait connaître à chaque endroit où il s'en trouve, soit en pays étranger, soit dans l'étendue du royaume, les usages particuliers auxquels on l'applique. Nous nous proposons ici de réduire dans une espèce de tableau général, les arts les plus importants auxquels on applique ce combustible, & ceux auxquels on commence dans quelques endroits à étendre son usage. Nous éclaircirons en même temps la pratique de quelques-uns de ces arts, auxquels le charbon de terre est connu avantageux. Nous nous bornerons à renfermer l'ordre que nous suivrons, dans la division générale de fours & de fourneaux à chaudières (a); nous finirons par le chauffage.

Fours & fourneaux de cuisson, pour calciner des terres & des pierres.

254. *Fours à chaux.* LA chaux se cuit, en général, dans des fours cylindriques avec toutes sortes de bois, même avec différentes sortes de broussailles; mais cette cuite réussit mieux avec les bois tendres, autrement nommés *bois blancs*, qui, lorsqu'ils sont bien secs, font beaucoup de flamme claire & un feu ardent.

255. LES personnes qui ont voyagé dans la Westphalie, la Hollande, la Flandre, le Hainaut, l'Artois, & quantité d'autres endroits, n'ignorent pas que l'on peut très-bien, pour cette cuite & pour celle des tuiles & de la brique, se servir de charbon de terre. Ce fossile donne même un feu plus propre

(a) La troisième partie des *Instructions sur l'usage de la houille*, par M. Venel, roule particulièrement sur les opérations des différents arts qui s'exécutent dans des chaudières fixes ou placées à demeure sur des fourneaux parfaits ou complets; il est entré sur tous les objets dans les plus grands détails, & les a accompagnés des principes fon-

damentaux de l'architecture de ces fours, ch. IV, page 340. Ces développemens étoient nécessaires dans un ouvrage entrepris par M. Venel, qui avoit pour but de faire adopter dans le Languedoc l'usage du feu de houille, aussi universellement qu'il est possible.

que celui de bois, à s'étendre également dans tout le cercle du four : ce qui est à désirer pour cette opération, & est encore par-là beaucoup plus favorable à la calcination de la pierre. Philibert de Lorme l'estime aussi bien supérieur au bois pour cuire la chaux ; selon cet écrivain, il vaut beaucoup mieux, parce que non-seulement il rend la chaux beaucoup plus grasse & plus onctueuse, mais encore parce qu'elle est plus tôt cuite. Au surplus, il n'y a rien à opposer à l'expérience constante des pays qui sont à portée d'avoir du charbon de terre, & où de toute ancienneté les chauxourniers s'en servent de préférence au bois. Nous n'avons ici à considérer l'opération de ces ouvriers, que relativement à cet article.

256. C'EST, en général, le charbon menu & de la plus basse qualité qu'on emploie à cet usage dans plusieurs endroits ; on le désigne en conséquence, la plupart du tems, par des noms relatifs à cette propriété. En Auvergne, les ouvriers l'appellent *chauffine* ; ailleurs, *charbon de chaux* ou *pour cuire la chaux* ; les Anglais, *lime-coal*. (a)

257. M. BOMARE prétend même que ce n'est qu'un poussier noirâtre, luisant, d'un grain très-ferme & grossier, qui se trouve directement sur la couche du bon charbon (b). Les Chinois l'emploient en mortier sous le nom de *chaux noire* avec la chaux blanche (c). Dans quelques pays, le choix du charbon de terre pour les chauxfours, porte sur les charbons les plus légers, les plus mols, les plus friables, qui s'allument plus difficilement, parce qu'ils sont terreux en plus grande partie, & pris dans l'espèce appelée par les Allemands *sach-kohlen*, charbons du toit.

258. LES Allemands regardent comme excellent pour cuire la chaux, le charbon qu'ils nomment *charbon sulfureux*, (parce qu'il n'est point bitumineux, mais allié avec beaucoup de pyrites) comme celui de Gibuntern, à demi-lieue de Hall, & celui de Lay en Beaujollois (d). Au contraire, dans

(a) Je n'ai pu avoir aucune sorte de renseignement sur l'espèce employée uniquement à cuire la chaux en Irlande, & que l'on nomme *peigne*. Gerard de Boate n'en dit rien dans la section IV du chapitre XX de son *Histoire naturelle d'Irlande*, où il parle de la manière d'y faire la chaux dans des fours formés en cône ou en carré, comme les fourneaux à fondre la mine de fer. L'espèce de pierre, selon cet auteur, très-commune en Irlande, sur-tout dans les provinces de Munster & de Connaught, est grise, tirant sur le bleu brun, & donne quand on la casse une poussière blanche ; elle est peu enfoncée

en terre, & quelquefois placée absolument à la superficie.

(b) Mémoires des sçavans étrangers, tome II, page 251.

(c) En décrivant les étuves chinoises chauffées avec le charbon de terre, il sera parlé de ce ciment, dont la cendrée de Tournay est une imitation imparfaite.

(d) C'est un charbon de l'espèce commune en Cumberland, & dans les montagnes d'Alstonmoor, où on l'appelle *crow coal*. M. Jars remarque qu'il est sans bitume, qu'il conserve sa chaleur, & ne donne point de fumée, d'où il est assez bon pour chauffer les

Tome XVII.

T t t

les fours à chaux près Saint-Loup, aux environs de Bains en Lorraine, où l'on chauffe les fours à chaux avec la houille de Champagné, celle qui est très-pyreuse, est réputée la moins propre à cette opération, parce que le soufre qu'elle contient diminue la qualité & la quantité de la chaux. Le charbon de terre vers Laudun, dans le diocèse d'Uzès, employé aux fours à chaux, n'est réputé guère propre qu'à cet usage, parce qu'il a le défaut d'être trop bitumineux, & qu'il a beaucoup d'odeur; il en est de même du charbon qui s'exploite auprès du Pont-Saint-Esprit. (a)

259. LA différence marquée dans les qualités de charbon de terre employé en divers endroits à cette fabrication, semblerait d'abord impliquer une contradiction évidente; mais cela ne tient qu'à la différence, ou des pierres avec lesquelles on fait la chaux, & qui demandent des charbons en plus grande ou en plus petite quantité (b), & susceptibles de degrés particuliers de chaleur, ou à la différence de l'opération, c'est-à-dire, du four de cuisson, disposé & arrangé selon qu'on se sert d'un feu plus ou moins flambant, qui exige un foyer, ou selon que l'on fait usage d'un petit feu, & pour lequel les matières combustibles doivent être stratifiées avec les pierres.

260. QUANT aux différentes matières, ou pierres propres à faire de la chaux, les naturalistes savent qu'elles peuvent être renfermées dans deux classes: les unes, tels que toutes les albatres, tous les marbres, les spaths, sont

appartemens. Les couches de ce charbon ont tout au plus un pied d'épaisseur, ce qui fait qu'elles ne méritent pas d'être exploitées en règle: plusieurs personnes en tirent de trois couches différentes pour leur usage & pour cuire la chaux. M. Briffon, cité par M. Alcon du Lae, dans son ouvrage, a publié en 1771, des mémoires très-circonstanciés sur la province de Beaujolais, qui lui est parfaitement connue; il n'y fait mention que de cette mine de Lay, tout avoisinant Saint-Symphorien, qui n'en est pas éloigné d'un quart de lieue: ainsi celle de Saint-Cyr le Chatoux de Regny, qui est du Lyonnais, & non du Beaujolais, & de Montagny, doivent être supprimées de cet article.

(a) Je ne puis me dispenser de faire connaître ici le doute que j'ai sur la nature de ce charbon. M. de Genfane dit qu'il se trouve assez fréquemment dans ses veines de très-beaux morceaux de succin; il y en a de si pur & si transparent, qu'à l'odeur près on le prendrait pour de l'ambre: cette

particularité est tout-à-fait neuve pour moi, & me donne tout sujet de présumer que c'est du charbon de bois, tourbe ou holzkohlen.

(b) Dans quelques endroits on estime que pour la pierre dure ou pour la pierre tendre, il faut indistinctement un quart ou 54 pieds de houille par toise de chaux. M. Foureroy a reconnu que certaines pierres exigeaient jusqu'au tiers de leur cube de houille, & que d'autres n'en demandaient qu'un sixième, quoique ces deux extrêmes lui aient paru rares. La proportion réduite entre la pierre dure & la houille nécessaire pour la convertir en chaux, dans les tems calmes, est à peu près, selon cet auteur, de 60 à 65 pieds cubes de houille par toise cube de pierre du toisé des carrières. Les chauffourniers d'Alais & de Nîmes dans le Languedoc, prétendent qu'il faut environ dix huit livres de la plus mauvaise houille pour chaque quintal de chaux.

plus compactes, sont aussi plus dures à calciner : les autres, telles que celles dont on fait la chaux ordinaire aux environs de Paris, ou qui sont pierres à platre, contiennent moins de parties capables d'être enlevées par le feu. Il s'en trouve pourtant de ces pierres tendres qui résistent fort à la calcination, lorsqu'elles sont restées long-tems exposées à l'air, & sur-tout au soleil, ou roulées par les eaux, & arrondies par les frottemens ; ces dernières en particulier sont bien moins favorables pour une calcination égale, que les pierres en moellons, cassées irrégulièrement (a), & l'on sent qu'en général les pierres tendres consomment moins de houille, & diminuent dans le cuissage beaucoup plus que les pierres dures.

261. LA facilité plus ou moins grande que certaines pierres ont à être calcinées, laisse à juger que la houille capable de donner le feu le plus actif, le plus vif, n'est point contraire au succès de la cuite de la chaux pour quelques pierres, & qu'elle convient même à plusieurs d'entr'elles. Il y aurait donc de la mal-adresse ou de l'ineptie à s'attacher uniquement à un usage local, qui peut être bon pour la pierre employée dans un canton en particulier. Le choix de la houille pour cette opération, doit dépendre essentiellement, ou du volume conservé au moellon, ou de la qualité de la pierre à réduire en chaux, dont l'une exigera de la grosse houille, donnant un feu de flamme grande, vive & claire, principalement quand on emploie du bois, des broissilles, des bruyères, & dont l'autre demandera un feu beaucoup moins flambant, quand le combustible est interposé couche par couche dans le corps de la charge. (b)

262. AINSI, quoiqu'il n'y ait pas grande industrie dans l'art du chauxournier, & que dans les fours de forme conique l'opération ne soit point astreinte à une grande précision pour ses degrés de chaleur, la connaissance de la pierre du canton où l'on veut établir des fours pour la réduire en chaux, n'est cependant pas, à beaucoup près, indifférente. Il existe, selon toute apparence, entre cette connaissance & la qualité de la houille à préférer, ou même la construction du four de cuissage, un rapport qui peut servir de guide au chauxournier, soit que l'on veuille donner au four à petit feu la forme en

(a) Les pierres qui se cuisent au défaut de toute autre espèce dans les fours à chaux, des bords du Rhône au-dessous de Lyon, & qu'on y appelle improprement *galets* ou *cailloux*, par rapport à leur forme accidentelle, ne sont que des pierres calcaires choisies sur le rivage du fleuve. M. de la Tourette, correspondant de l'académie, dans son *Voyage au Mont-Pilat*, page 49, a donné sur ces pierres, qu'il a reconnu

n'être autre chose que des fragmens de marbre ou de pierre à chaux, une note très-intéressante, bonne à rapprocher de celle de M. Seillier, *Art du chauxournier*.

(b) M. Gallon remarque que la grosse houille, c'est-à-dire, en gros quartiers, perd moins à l'air que la houille menue, & qu'il faut sur-tout ne point employer pour cette fabrication la houille anciennement tirée, qui s'est éventée.

T t t ij

pyramide ou en cône renversé (a), comme l'ont tous ceux de la basse-Meuse, de Liege, de l'Escaut, de la Scarpe, du Lys, de la Flandre maritime, du Boulonnais, de Vichy, du Lyonnais (b); soit qu'il s'agisse d'avoir des fours à grande flamme de forme ellipsoïde comme en Lorraine, ou de forme cubique comme en Alsace, ou de forme demi-ellipsoïde comme à Tournay. La première chose à connaître, c'est la pierre que l'on a à calciner. (c)

Briquetier, tuilier, potier de terre.

263. LES arts de faire des briques, des tuiles, des carreaux, de la poterie de terre, ont beaucoup d'analogie avec celui du chauxfournier; ils ne diffèrent que par l'argille qui est propre aux uns ou aux autres, & qui doit être pour les ouvrages de poterie plus forte que pour les tuiles, plus forte pour ces derniers ouvrages que pour la brique, &c. La connaissance de ces terres, afin de bien juger de la qualité du charbon & de l'activité du feu qui convient au fourneau, est en conséquence aussi nécessaire pour ces fabrications, que la connaissance des pierres à réduire en chaux l'est pour le chauxfournier; c'est même, pour les arts dont il s'agit ici, le plus difficile & le plus embarrassant. Le choix attentif de ces argilles, lorsqu'il s'agit de les amalgamer avec du charbon de terre, pour avoir un chauffage plus économique, influe également sur la perfection de cette fabrication. Nous décrirons dans un instant cette manière d'augmenter l'avantage du feu du charbon de terre; nous entrerons alors sur ces argilles dans des détails qui se trouveront n'être point étrangers aux arts dont il s'agit ici, que nous n'avons à considérer que dans ce qui est relatif à la substitution du charbon de terre au bois. Les fours à briques, dans lesquels on emploie ce dernier combustible, ont l'inconvénient de vitrifier ce qui est contigu au feu, avant que le reste de la fournée soit à moitié cuit: de cette cuisson il résulte quantité de défauts, soit dans les briques, soit dans les tuiles & dans les ouvrages de poterie, qui pourraient être cuits plus également avec le charbon de terre, dans des fours exécutés convenablement.

264. LA mauvaise qualité des carreaux fabriqués par nos potiers de terre

(a) Ces fours où le feu ne s'éteint point tant que dure la fabrication, sont appelés par les ouvriers *fours coulans*, parce que l'on en soutire journellement la chaux à mesure qu'elle se fabrique, comme cela se fait dans les fourneaux où l'on sépare les métaux de leur minéral.

(b) Les fours coniques qui se voient dans le pays de Liege, ont ordinairement 40 ou

45 pouces de diamètre par le bas. M. Fourcroy observe qu'il est défavantageux que ces fours consomment plus de houille que ceux de la Flandre qui en ont 20 à 28, & qu'ils ne rendent par jour, réduction faite, qu'un cinquième de ce qu'ils contiennent.

(c) Ces différents fours sont décrits dans l'*Art du chauxfournier*, publié par MM. Gallon & Fourcroy.

se fait remarquer depuis bien des années. Le manque d'attention ou l'ignorance dans le choix des terres propres, sont entrés successivement pour beaucoup dans cette détérioration ; mais les renchérissements successifs des matières combustibles ont aussi probablement obligé les ouvriers à économiser sur le feu ; le carreau ne recevant pas alors le degré de chaleur convenable, l'ouvrage ne peut plus avoir la solidité requise ; & s'il ne peut être d'usage, il fait une perte pour le vendeur.

265. Les briques faites en France indistinctement avec toutes sortes de terres, quoique peu propres à cet objet, sont encore très-sujettes à cette malice, commune dans tous nos ouvrages de tuileries & de poteries. Il est vrai qu'il s'en trouve assez rarement en France, qui soit véritablement bonne : aussi, pour ne pas en tirer de l'étranger, comme on fait pour quantité d'autres objets, nous manquons absolument de briques propres à des usages de conséquence, telles que celles qui ont à soutenir un feu violent & continu, comme dans les fourneaux pour les réverbères, des fenderies, des ferblanteries, des verberies, &c. ou celles qui entrent dans des ouvrages exposés à l'air, dans les ouvrages de fortifications, &c. Cette difette & ce manque de qualité dans nos terres cuites ne sont pas seulement des défauts fâcheux pour la construction de nos murailles, pour les revêtement des chaussées ou au moins des rues détournées, battues uniquement par les gens de pied ; ils s'étendent encore sur les tuiles, ces matériaux si utiles pour les couvertures de bâtimens, que l'on ne saurait trop perfectionner (a). Si dans les provinces à portée de bonnes terres & de houille, on profitait du bon marché de ce combustible tiré de la première main, pour fabriquer des briques bien conditionnées, quel avantage nos villages, dont les rues sont la plus grande partie de l'année des bourbiers infects, ne trouveraient-ils pas à se servir de briques en guise de pavé ? Dans le Huntingdon-shire en Angleterre, les rues & plusieurs chaussées de Saint-Yves sont en briques, que l'on y cuit avec du *peat*, dont ils ont en abondance. La propreté des villes, des bourgs & hameaux de Hollande, est en grande partie due à la facilité que donnent les tourbes de ce pays pour cuire des briques, dont plusieurs routes & trottoirs des rues & des canaux sont pavés. Les pauvres payfans de nos campagnes, dans leurs mauvaises cabanes construites en bauge & couvertes de chaume, ne seraient-ils pas plus sèchement, plus sainement & plus décidément à l'abri des intempéries de l'air, si la tuile pouvait être à bon marché ? Les incendies qui dévastent si fréquemment, & en un instant, des hameaux entiers, ne seraient-ils pas plus rares & moins fâcheux ?

(a) Les mémoires & observations recueillis par la société économique de Berne, sur la manière de perfectionner les tuileries, communiqué à cette société, par année 1765, renferment un excellent mémoire sur la manière de perfectionner les tuileries, communiqué à cette société, par M. Droz, avocat au parlement de Besançon.

266. L'AUTEUR d'un mémoire sur la fabrication des briques, inséré dans le Journal économique du mois de février 1759, prétend que la chaleur du feu de charbon de terre, quoique beaucoup plus vive que celle du bois, ne s'étend pas à une si grande distance ni dans une proportion si égale. Conséquemment à cette idée, il n'adopte l'application du charbon de terre comme combustible à la fabrication des briques, que quand le four aura d'abord été chauffé avec du bois, & qu'il n'en sortira plus que très-peu de vapeurs; ou si l'on se sert de houille, il avertit de donner moins d'élévation au four à briques.

267. L'ÉCRIVAIN aura sans doute été induit en erreur, d'après l'emploi de quelque charbon de terre extrêmement faible, & qui ne convenait point à l'espèce de terre qu'il a vu employée à faire de la brique, ou à la construction du four; au surplus, l'avis qu'il donne présente toujours une économie sur le bois: mais bien loin que la houille ne donne pas assez de chaleur, le feu de quelques-unes est capable de vitrifier ou de mettre même en fusion certaines briques: il est donc au contraire essentiel de prendre garde d'employer indistinctement toute espèce de houille. En général, celle qu'on préfère est celle qui est très-brillante & argentée, plus en poussière qu'en morceaux, afin de pouvoir être répandue en *charbonnée* ou en *cayette* entre les champs de briques. On assure que M. Chauvelin, intendant du commerce, lorsqu'il était intendant de Picardie, obligea tous les briquetiers à ne se servir que de charbon de terre. Malgré l'opinion populaire, il se trouva que les briques ainsi fabriquées, étaient beaucoup supérieures à celles qu'on faisait auparavant.

268. DANS la description de l'art du briquetier, on fait monter la quantité de houille à 6 à 7 pieds cubes par millier de briques à cuire; & dans d'autres fours, à moins de 4 pieds cubes par millier de briques. La différence de la houille maigre & moyenne, ou de la houille d'une qualité plus forte pour la cuite des briques, doit dépendre de plusieurs circonstances, comme de la qualité des briques à cuire, de la construction du four, ou de la manière d'y disposer le combustible plus ou moins favorable, pour que le four reçoive l'impression de la chaleur.

269. DANS les fours à chaux *coulans*, établis auprès de la verrerie de Carmaux en Languedoc, on met à profit la plus grande partie des *escabrilles* provenant de cette verrerie. M. Vencel estime ces braises très-propres à cuire de la brique & de la tuile; ce qui pourrait être, en distinguant cependant si ce sont des braises de houille grasse ou de houille maigre.

Fourneau de boulanger & de pâtissier.

270. LES Anglais, dans les cuisines de vaisseau, brûlent communément

la houille à plat, c'est-à-dire, sans être exhaussée sur un grillage. Le directeur de la houillière de Graissès a assuré à M. Venel, que les ouvriers de cette carrière chauffaient leur four à cuire le pain de cette manière, avec la houille mise à plat au milieu du four. Cet écrivain juge l'emploi de la houille très-propre à chauffer les fours de boulangers & de pâtisseries, sans y faire aucun changement. Il propose, pour en tirer un plus grand avantage, une construction qui est absolument la même que celle des grands réverbères : la *pl. V* de son ouvrage représente une coupe de ce four. On peut consulter le détail qui y a rapport.

Cuite de la porcelaine, chauffe des verreries, des glaceries.

271. M. VENEL estime que tout biscuit de porcelaine peut très-bien se cuire au feu de houille, & que toute porcelaine qu'on voudrait enduire d'une couverte jaune, brune, sablée, & peindre de couleurs peu éclatantes, se préparerait toute entière avec succès à ce feu. La belle porcelaine très-blanche, & qu'on voudrait peindre de couleurs éclatantes sur une couverte du plus beau blanc, ne peut pas être traitée au feu de houille depuis la cuite du biscuit.

272. CET auteur propose d'appliquer à cette fabrication l'expédient que les Anglais ont trouvé pour intercepter toute communication entre les pots dans lesquels ils fondent leur *stint glass* (a), & le foyer qui produit cette fusion. Cet auteur croit aussi que les coaks ou braises de charbon de terre, peut-être même le charbon de terre apprêté à la liégeoise, pourraient opérer cette cuite avec succès dans des *cazettes* (b) absolument fermées.

273. LES fourneaux de verreries, dont on peut prendre une idée à Seve près Paris, où l'on emploie le charbon de terre, ont une forme approchant des fourneaux de coupelle, & ne sont, à proprement parler, que des fourneaux de fusion, la vitrification n'étant elle-même qu'une fusion, mais qui demande un degré de feu supérieur à celle des métaux.

274. DANS les verreries établies à Ingrande & à Saint-Florent près Saumur, on emploie avec succès le charbon d'Anjou. Près de la mine de charbon de terre de Saint-Jean de Valerisque en Languedoc, il y a une verrerie où l'on emploie le charbon de terre de cette mine, de même qu'à Héropian le charbon de Graissès.

275. QUELQUES fourneaux de la glacerie de Saint-Gobin, & de celle de

(a) Verre à cailloux, connu sous le nom de verre blanc ou cristal d'Angleterre, qui jusqu'à présent n'a pu être imité dans aucune manufacture.

(b) On nomme ainsi des vases de terre cuite, dans lesquels on place les pièces de porcelaine pour les cuire, sans pouvoir se déformer & se salir.

Cherbourg en basse - Normandie, sont chauffés avec la houille, mais seulement jusqu'à ce qu'on écume. Après cette opération faite, on achève de chauffer avec du bois jusqu'à ce que le verre soit fini.

276. DANS les fourneaux de verrerie, où les creusets demeurent toujours ouverts, la fumée de ce combustible paraît être nuisible; les verres prennent souvent une teinte brune, ou bleuâtre, ou noire. C'est l'opinion de tous les verriers Français.

277. M. de Genfane assure que cette allégation est fautive; & en supposant qu'il reste quelque doute sur cet article, il propose pour remède de couvrir les pots lorsqu'on mettrait de nouveau charbon, & de les découvrir si l'on voulait lorsque la première fumée serait passée. Il prétend au surplus, que cette précaution n'est pas nécessaire; car le feu de charbon de terre étant bien plus vif que celui de bois, la fusion des matières se fera également bien, quoique les pots soient couverts: à la bonne heure d'employer le bois aux heures de travail; ce serait même, selon M. de Genfane, un avantage pour les maîtres verriers, que de les obliger de s'établir auprès des mines de charbon, parce que l'entretien de leur feu leur coûterait beaucoup moins qu'avec du bois, qui en ruine beaucoup.

278. QUOI qu'il en soit, il est certain que les Anglais pour leur *stint glass*, ne se servent dans toute l'opération que du charbon de terre. Ils ont, pour fondre la fritte (a), des creusets exactement fermés, qui ne communiquent point avec le foyer, & dont les couvercles sont scellés d'une part au creuset, & de l'autre au bord intérieur de fenêtres ou d'ouvertures par lesquelles on introduit la fritte dans les creusets.

279. Il semblerait possible d'abord d'adapter cette construction aux fours de glacerie. M. Venel rapporte que feu M. Roux (b) avait eu cette idée; mais que ce savant avait reconnu qu'elle n'était praticable que pour les glaces soufflées, attendu que pour les glaces coulées, il faut transvaser la matière du pot dans une cuvette: ce qui ne peut se faire qu'en plein fourneau, & par conséquent en exposant le verre dans l'un & dans l'autre vaisseau aux émanations de la houille.

Observation communiquée à M. Venel par M. Allut, de la société royale des sciences de Montpellier, entrepreneur & directeur de la glacerie de Rouelle près Langres, sur l'emploi de la houille pour la chauffe des glaceries.

280. " LA houille s'emploie très-bien pour la chauffe des verreries, & il

(a) C'est ainsi qu'on appelle le mélange des différentes substances qui doivent être fondues ensemble, pour former un verre ou du cristal.

(b) Docteur-régent de la faculté de médecine de Paris, chargé, lorsqu'il vivait, par les intérêts de la manufacture royale des glaces de Saint-Gobin, des recherches

„ y a bien des manufactures de ce genre qui s'en servent. La verrerie de Pierre-bénite, celle de Givors, l'une & l'autre dans les environs de Lyon, celle de Seve près Paris, ne donnent pas d'autre aliment à leur feu. Celle nouvellement établie à Hérepian en Languedoc, travaille de la même manière. On a appliqué aussi l'usage de la houille à la fabrication des glaces, soit à Saint-Gubin, soit à Tour-la-Ville.

281. „ Les fours qui chauffent avec de la houille, sont intérieurement construits comme ceux qui chauffent en bois. Ils en diffèrent en ce que l'âtre & les tonnelles ne sont qu'une grille sur laquelle on pose la houille, & que les fours sont établis sur deux voûtes d'environ huit pieds d'élévation, sur six pieds de large, qui se coupent à angles droits, & à la section desquels se trouve l'âtre du four. Les deux voûtes forment, comme on voit, quatre courans d'air absolument nécessaires pour faciliter la combustion, & servent en même tems de réceptacle aux cendres.

282. „ La houille est d'un très-bon usage pour les verreries en verre noir ou en verre verd; mais elle n'est pas sans danger pour la fabrication de toute espèce de verre blanc. Les exhalaisons qui s'en élèvent, rendent le verre non-seulement moins blanc, mais encore moins transparent. Au commencement de la fusion, les parties de la fritte laissent entr'elles plus d'intervalles que le verre bien fondu; les vapeurs de la houille s'introduisent dans les vides; & à mesure que la fusion s'avance, il en résulte un double inconvénient: partie de ces vapeurs peut demeurer enveloppée dans la masse du verre, qui alors est plus terne; & partie de ces mêmes vapeurs, en se volatilant, entraîne la manganèse (a) assez prompte à disparaître, & le verre est nécessairement moins blanc, puisque la présence seule de la manganèse lui donne cette couleur.

283. „ Si l'emploi de la houille peut nuire à l'état du verre blanc pendant la fusion, lorsqu'on destine ce même verre au soufflage, on est encore exposé à un danger réel pendant le travail. Il est impossible de tirer d'un creuset, en une seule fois, tout le verre nécessaire pour une pièce un peu considérable.

& expériences tendantes au perfectionnement de ces travaux.

(a) *Manganesia officinarum, magnesia. Magalaea, lapis manganensis*, Cæsalpin. *Ferrum mineralisatum minera fuliginosa manus inquinante, qua passim striis convergentibus constat*, Wall. *Ferrum nigricans, splendens e centro radiatum*, Wolff. *Ferrum mineralisatum, nigricans, obsolete splendens, fibrosum*, Cartheuf. Brunnstein. German. Manganèse ou magnésie des ver-

riers. Mine de fer pauvre, aigre pour l'ordinaire, quand le fer entre dans la composition de cette pierre, à laquelle il est comme étranger; elle contient quelquefois un peu de plomb & d'étain, & se trouve toujours dans sa mine en masses assez grosses & de différentes figures; celle dont les potiers de terre se servent communément pour noircir les couvercles de leurs poteries, est d'une espèce particulière, qui est la manganèse vulgaire.

„ On commence donc par envelopper la canne de verre, & on la retire du
 „ four, pour laisser la matiere un peu durcir & pour l'arranger autour de la
 „ canne; on augmente ensuite la masse de verre, en retrem pant de nouveau
 „ la canne dans le pot. Si les vapeurs qui s'élèvent frappent le premier coup
 „ de verre, & dans le même instant se trouvent enveloppées par le second, elles
 „ forment dans le corps du verre une fumée qui détruit absolument la beauté
 „ de l'ouvrage. C'est pour éviter cet inconvénient, qu'on a pris à Saint - Gobin
 „ l'usage de chauffer en bois après l'écramage, parce que c'est l'instant où l'on
 „ commence à souffler les glaces, & que c'est d'abord pour le soufflage que
 „ l'on a employé le feu de houille. Si depuis ce tems on a conservé cette pra-
 „ tique au coulage, ce que j'ignore, il n'en peut résulter qu'un bien; ce serait
 „ de purger le verre des vapeurs qui s'y seraient mêlées, & qui se dissiperaient
 „ par l'action d'un feu qui n'en fournirait pas de nouvelles.

284. „ JE ne doute pas que l'emploi de la houille n'équivalût en tout à
 „ l'usage du bois, si l'on pouvait prévenir les inconvénients que je viens
 „ d'exposer; mais on ne peut se dissimuler la difficulté d'y réussir. Peut-être
 „ diminuerait-on le danger, en laissant à la voûte des fours une ou plusieurs
 „ cheminées pour le passage des vapeurs qui, se dirigeant toujours vers
 „ le haut, prendraient aisément cette route, comme on le fait dans quelques
 „ verreries d'Allemagne, pour le passage des fumées, soit du bois, soit du
 „ sel de verre; mais on aurait à craindre que la voûte moins régulière ne
 „ donnât à la flamme une direction moins favorable.

285. „ JE ne vois guere de meilleur moyen que de séparer la chaufferie
 „ des creusets, comme elle l'est dans les fours à la française, ou dans ceux
 „ dont on trouve le détail dans *l'Art de la verrerie* de Kunckel. Il est vrai
 „ que ces sortes de fours commencent à être peu en usage pour les grands
 „ travaux; mais on pourrait les y rendre plus propres. On se trouverait
 „ aussi très-bien de couvrir les creusets d'un couvercle qui joignit exactement
 „ la bouche du pot, & fût aboutir à l'*ouvreau* (a), où il présenterait un second
 „ orifice. Par-là l'ouvrier aurait la facilité de cueillir son verre, la matiere
 „ serait à l'abri des fumées & de toute espece de vapeurs. On en use ainsi en An-
 „ gleterre pour la fabrication du *flint glass*; & une cristallerie qui avait été
 „ établie à Chaumont-sur-Loire près de Blois, a suivi quelque tems les mêmes
 „ errements.

286. DANS la verrerie nouvellement établie à Fromanteau, paroisse de
 Juvisy près Paris, où il se fait du verre blanc, MM. de Beaufeuzy se propo-
 sent d'essayer de chauffer entièrement leur four à la maniere des Anglais. J'ai
 vu dans cette manufacture le modele d'un fourneau allemand, qui sera exé-
 cuté pour cet objet.

(a) Fenêtre ou ouverture dont il a été parlé ci-devant.

Calcination du safre. Vitrification du smalt. (a)

287. Ces opérations, qui sont une dépendance de l'art de la verrerie, pour le travail de l'émailleur, peuvent, au moins pour ce qui est du calcinage, s'exécuter au feu de charbon de terre, d'autant plus qu'il est bien décidé aujourd'hui que le cobalt (b) n'est pas le seul minéral propre à colorer le verre en bleu (c). Si au surplus les bluettes du feu de charbon de terre comme plus terreux, pouvaient altérer la couleur du smalt dans la vitrification, cet inconvénient ne ferait pas à craindre dans les fontes ou au fourneau de vitrification.

288. Au fourneau d'usage dans les manufactures de smalt, & qui ne diffère en rien de ceux dont on fait usage dans la plupart des verreries, M. de Gensfane est d'avis qu'on substitue celui décrit par M. Cramer dans sa *Docimafte*, dont la voûte est d'une forme parabolique, & que M. Cramer nomme *fourneau de verrerie*. M. de Gensfane en donne la description d'après celui qui est établi près de l'abbaye de Fontfroide en Languedoc.

289. Les avantages que M. de Gensfane s'est proposés dans le fourneau de M. Cramer, sont d'occuper par sa figure un petit espace de terrain, de pouvoir y placer aisément jusqu'à huit creusets, & d'y donner place à huit verriers. Quant à sa capacité intérieure, beaucoup moindre que celle

(a) On appelle ainsi deux sortes de marchandises qui se fabriquent dans les manufactures de bleu d'email. La première, appelée *safre* ou *safre*, est un mélange du cobalt & du silex, destinée au vernissage des poteries & des faïances communes pour les peindre en bleu, & pour quelques autres usages. La seconde, nommée *smalt* ou *schmalt*, verre coloré en bleu, provenant du mélange de cobalt, de silex & d'alcali, réduits en poussière impalpable, connue en France sous le nom de *verre bleu* dit *azur*, ou *bleu d'email*, parce qu'on l'emploie aux émaux, aux peintures, &c. Le fin & le superfine servent dans les blanchisseries à donner aux toiles l'œil bleuâtre qui fait le beau blanc : ainsi, pour ce qui concerne les matières qui entrent dans la composition du safre & du smalt, il n'y a point de différence. Mais le safre n'est point vitrifié ; il est seulement calciné jusqu'à un certain point. Le smalt, au contraire, doit non-seulement être réduit en verre, mais il doit encore supporter nombre de différen-

tes préparations. *Traité de la fonte des mines par le feu de charbon de terre*, tome II, page 294.

(b) Mine dans laquelle l'arsenic est la partie dominante ; mais toutes ces mines de cobalt, non plus que toutes les mines arsénicales, ne donnent pas la matière du bleu dont on fait le safre & le smalt.

(c) Cette découverte, dont Becker, par amour pour sa patrie, faisait un secret, a été publiée de nos jours par M. Gellert, conseiller des mines de Saxe ; elle prouve que parmi les matières propres à la fabrique du smalt, on peut ranger les *specif* que donnent certaines mines de plomb & quelques pyrites arsénicales, fondues au fourneau à manche, comme les mines de cuivre à la fonte crue, c'est-à-dire, sans aucune calcination préliminaire. M. de Gensfane, dont nous empruntons cet article, est entré sur toute cette pratique dans les détails les plus intéressans. Tome II, chap. XXI, des *matières propres à la composition du smalt*, page 175.

des fourneaux quarrés, il en résulte que le feu y acquiert un degré de chaleur bien supérieur à ces derniers, qui est encore augmentée par la forme parabolique de sa voûte, & qui n'a pas besoin d'autant d'aliment du feu. Dans le cas où la vapeur du charbon de terre enflammé serait capable d'être nuisible au smalt, M. de Genflane croit qu'on remédierait à cet inconvénient, en prenant la précaution de fondre à creuset couvert.

Fourneaux à chaudières.

290. LES fourneaux de brasseries, dans les pays où la bière sert de boisson ordinaire, sont ceux pour lesquels le charbon de terre est un combustible de la plus grande conséquence. A Liege & dans le territoire de cet état, où il se brasse une grande diversité de bière excellente & très-saine, ce sont les gros quartiers de charbon qu'on préfère pour échauffer le four (a) dans lequel on fait sécher le grain; ces gros quartiers se vendent plus cher, & il s'en exporte beaucoup en Hollande.

291. OUTRE différentes opérations particulières, relatives sur-tout aux travaux métallurgiques auxquels on emploie les cinders en Angleterre, le principal usage de ces braises est de chauffer ces étuves, dans lesquelles on fait germer, rôtir & réduire l'orge en malt ou maltz. Derby est la première ville qui ait substitué ces braises à la paille pour cet usage: ce qui donne à la bière qui s'y brasse, la blancheur & la douceur qui l'ont mise en réputation.

292. LES teinturiers d'Aix-la-Chapelle & des environs de cette ville, ceux de Verviers dans l'évêché de Liege, n'emploient pas autre chose dans leurs fourneaux à chaudière que de la houille. A Alais & dans quelques cantons de la basse-Provence, le même usage commence à s'introduire parmi les chapeliers, les distillateurs d'eau-de-vie, d'esprit de vin, soit simple, soit parfumé, au rapport de M. Venel. Ce dernier art de retirer en grand, par le moyen de la distillation des liqueurs vineuses, une seconde liqueur plus forte & plus inflammable, & des esprits ardents, peut même d'autant mieux s'exécuter au feu de houille, qu'après un feu vif que donne ce combustible, sa chaleur est aisée à entretenir égale & uniforme; il n'est même aucun art auquel le feu de houille paraisse plus approprié qu'à la distillation des esprits

(a) Cette partie principale d'une brasserie nommée en wallon *terrai*, vulgairement *touraille*, & dans laquelle M. Duhamel a corrigé l'inconvénient de la fumée en l'exhalant au-dehors, est une étuve faite comme une trémie, ou pour mieux dire,

c'est le comble tronqué ou renversé d'un pavillon quarré; il n'y a de différence qu'en ce que le châssis du haut de la touraille est la même chose que les plates-formes qui posent sur les murs d'un pavillon.

ardens, dont le succès dépend de l'égalité inaltérable du feu : avantage qu'on ne peut attendre de celui du bois, pour lequel l'attention de fournir de tems en tems de la nouvelle matiere, est chose presque impossible à demander à un ouvrier.

293. EN 1772 & en 1773, M. Venel a exécuté dans l'atelier du sieur Clément, fabricant de Pézenas, à la faveur de fourneaux dont il donne la description (a), des distillations de toutes les especes d'esprits qu'on a coutume de fabriquer au moyen de l'appareil ordinaire. Il observe qu'il n'a jamais dépensé au-delà de soixante livres de houille (b) pour une chauffe on passe entiere de vin, en y comprenant l'écoulement de la repasse ; de forte qu'il ne lui restait que très-peu de feu dont il eût pu profiter pour l'opération suivante, excepté les *escabilles*, bonnes ou à mettre en train les chauffés qu'on aurait voulu commencer, ou à entretenir le feu.

294. M. RICARD, négociant de la ville de Cette, a fait aussi construire, pour distiller des eaux-de-vie, des fourneaux où il emploie le charbon de terre d'Alais dit de seconde qualité (c). De ses expériences il résulte que, pour fabriquer la même quantité d'eau-de-vie, il fallait au moins une quantité de bois double de ce qu'il faut de houille : d'où il suit qu'en se servant de ce fossile, on trouve une économie de vingt sols par quintal. Cette économie se trouve établie dans le procès-verbal dressé par le subdélégué de l'intendant de la province. M. l'abbé Rozier, qui a rendu compte en détail de cette opération, l'a accompagné d'un dessin du fourneau (d). Il nous suffira d'en donner ici une simple notion & les dimensions générales. La largeur du cendrier est de neuf pouces, la hauteur du sol à la grille a dix pouces ; la profondeur est la même que la longueur de la grille ; la porte du foyer de même largeur & hauteur que l'ouverture du cendrier ; la grille est de 9 pouces, large de 10, sur 1 pied 10 pouces de longueur. Le diamètre du foyer est de 2 pieds 10 pouces.

295. LA chaudiere ne doit avoir que 2 pieds 8 pouces de diamètre dans sa plus grande circonférence, afin de laisser un vuide de 2 pouces entre celle-ci & la maçonnerie. Ce vuide se trouve couvert par les bords de la chaudiere qui portent sur la maçonnerie.

296. L'AUTEUR conseille de pratiquer à ces fourneaux un tuyau de cheminée, qui doit commencer à la hauteur des anses de la chaudiere, vis-à-vis la porte du foyer & en forme de pyramide renversée, ayant 3 pouces & demi

(a) *Distillation des esprits ardens*, sect. II du chap. V de la troisième partie de son ouvrage, page 179, pl. VII, fig. 1.

(b) A Pézenas la houille coûte de 25 à 30 sols le quintal petit poids, & le bois

15 sols.

(c) Qui est celui dont les chauffourniers font usage.

(d) Janvier 1776, page 56, pl. II.

en quarré à sa naissance, & 6 pouces dans le haut, qu'on conduira dans les cheminées qui servent aux fourneaux ordinaires.

297. EN Angleterre & à Liege, la distillation des esprits acides ne s'exécute pas autrement qu'avec le feu de houille, & l'on n'observe rien de particulier dans les appareils.

298. M. VENEL (a) propose pour la distillation du nitre, un grand vaisseau de fer de fonte à deux becs, & adapté dans un petit fourneau de réverbère ordinaire, pour être substitué aux cornues de verre, & aux vaisseaux de terre qui ne sont pas toujours bien bons.

299. DANS les diocèses d'Uzès & d'Alais, on est assuré par l'expérience, que le feu de charbon de terre de la plus mauvaise espèce, appliqué aux fourneaux de tirage ou filature de soie, n'est pas nuisible à la qualité des soies. M. Venel remarque que la construction des fourneaux ordinaires, dans lesquels on brûle du charbon de bois, outre différens vices de construction très-grossière, a l'inconvénient d'exposer singulièrement la fileuse, qui est dans l'habitude de se placer devant le fourneau, aux vapeurs pernicieuses du charbon de bois brûlant, & souvent mêlé de fumerons.

300. LES fourneaux que cet écrivain a vus à Alais, chauffés avec la houille, ont un foyer régulier, pourvu d'un soupirail qui s'élève plusieurs pieds au-dessus de la tête de la fileuse, & d'une porte proprement dite, c'est-à-dire, d'une ouverture plus étroite que le foyer auquel elle appartient; on peut voir les dimensions de ce fourneau dans l'ouvrage. (b)

301. LE feu allumé d'abord à l'ordinaire dans ce foyer, avec un feu de flamme; n'y brûle ensuite qu'à la manière des feux suffoqués, & suffisamment pour porter en une heure de tems une quantité d'environ 42 livres d'eau, petit poids, à un degré de chaleur marqué par le frémissement, & même d'élevation dans la bassine, en communiquant à l'eau la blancheur qui est le degré voisin de la pleine ébullition: chaque fourneau consomme à Alais de 120 à 150 livres de houille par jour.

302. M. VENEL s'est fort étendu sur les vices qui tiennent immédiatement à l'emploi & au gouvernement du feu dans toute la méthode usitée au pays d'Alais, pour l'art du tirage de la soie; il propose des corrections qui rendraient cette opération plus commode pour les ouvriers, & garantiraient la soie des effets quelconques de la fumée de houille, & qui sur-tout diminueraient de moitié la consommation qu'entraîne la méthode suivie (c). Il a fait chaque journée (d) avec une quantité moyenne de vingt-huit livres de

(a) Distillation des esprits acides, chap. VIII, part. II, page 437.

(b) Filature de soie, section III du chap. V de la troisième partie, page 387.

(c) La fig. 1, pl. VIII de l'ouvrage de M. Venel représente la coupe de son fourneau.

(d) La journée à Pézenas est de dix

houille de Graissès, du prix de huit à neuf sols (a), savoir, avec environ quinze livres pour la première demi-journée, & treize pour la seconde. Les fileuses trouvaient cent fois plus supportables les fumées de la houille, que les vapeurs du charbon de bois.

303. PRÈS de Montpellier, sur la rivière Dulez (b), il y a un moulin à huile, où les chaudières sont chauffées avec du charbon de terre, ainsi qu'à Alais, & l'on épargne au moins moitié. M. Venel a perfectionné la construction de ces fourneaux, en appropriant les fourneaux ordinaires, où l'on se sert de bois, à l'usage du feu de houille. (c)

304. L'ART de purifier, blanchir & mouler le sel essentiel des cannes à sucre, peut encore s'exécuter avec succès par le feu du charbon de terre. Dans les raffineries de sucre d'Orléans & d'Angoulême, ce fossile est employé à deux opérations. Lorsqu'il a fondu le sucre, & qu'il a perdu sa première ardeur, on le tire de dessous les chaudières; ses braises sont mises en monceau; on les mêle ensuite avec du nouveau charbon qui n'a point encore passé au feu, & l'on s'en sert ainsi une seconde fois dans les étuves pour sécher les sucres. La raffinerie établie à Montpellier, chauffe ses chaudières & ses poêles avec de la houille. M. Venel (d) propose des corrections économiques dans les poêles des étuves de cette manufacture, pour, avec quinze ou seize livres de houille, renouvelée trois fois en vingt-quatre heures tout au plus, produire une chaleur plus que suffisante à une très-grande étuve.

305. L'ART du saunier, ou l'art de retirer le sel marin par l'évaporation de l'eau, ou de la mer, ou des lacs, ou des puits salans, & d'enlever le même sel des mines de sel-gemme, peut également s'exécuter avec le feu de charbon de terre. M. de Genfane observe que trois ou quatre salines que nous avons en France, sont une conformation étonnante de bois, tandis que les habitants de leur voisinage en manquent pour leurs besoins. En fait d'opérations aussi simples, l'exemple devrait servir de loi & de raison: il n'est pas aisé de concevoir ce qui a empêché & ce qui empêche d'imiter à cet égard ce qui se pratique dans quantité d'endroits, comme à Halle, & ailleurs en pays étranger, où les ouvriers qui font le sel marin font évaporer leur saumure au feu de houille. Il y aurait sur cela d'autant plus à gagner, que la houille de plus basse qualité est bonne à cet usage. (e) On pourrait ajouter à cette considé-

heures; elle est partagée en deux demi-journées, à la fin de chacune desquelles on jette l'eau des bassines, & on y opère un même degré de chaleur qu'à Alais.

(a) Le prix commun est de 25 à 30 sols le quintal; & 35 livres environ de charbon de bois qu'il faut pour une journée, coûte 17 sols 6 deniers.

(b) Attenant le moulin à bled de Sauret, à un quart de lieue de Montpellier.

(c) *Moulins à l'huile*, sect. I du ch. V, part. III, page 346.

(d) *Raffineries de sucre*, sect. IV, ch. V, part. III, page 412.

(e) En Angleterre les sauniers, pour avoir une tonne ou 40 boisseaux de sel,

ration, qu'il est peu de sources salées qui ne soient dans le voisinage de quelque mine de charbon de terre.

Opérations de chymie & de pharmacie.

306. M. SPIELMANN (a) exclut des laboratoires chymiques les charbons de terre. Il en donne pour raison, 1°. la ventilation dont il pense que ce fossile a indispensablement besoin; 2°. l'odeur & la fumée; 3°. les cendres résultantes de ce combustible, sujettes à se pelotonner en masses plus ou moins fortes, & dont la tenacité est plus grande que celle du charbon végétal: ce qui exige des cendriers plus vastes & des grilles plus larges.

307. LE sentiment de cet illustre chymiste me paraît fondé, sur-tout quant à la quantité de cendres que donne le charbon de terre. M. Venel cependant (b) se croit autorisé à avertir les chymistes & les pharmaciens, que tous leurs feux, sans distinction, peuvent se faire avec de la houille; ou, ce qui est la même chose, ce sont les termes de l'auteur, qu'ils peuvent opérer avec cet aliment du feu dans toute la latitude de leur feu usuel, depuis la digestion à la plus faible chaleur, jusqu'à la fonte des matières les plus rebelles, & cela commodément, sûrement, efficacement & économiquement.

308. JE ne déciderai point entre ces deux sçavans; je crois seulement qu'en admettant les cas où l'on n'a rien à appréhender de l'impression de la fumée sur les corps traités dans ces deux arts, & dans les vaisseaux dont on se sert, une solidité capable de résister long-tems à l'action du feu, il faudra toujours bannir les charbons de terre dont la nature participe de la nature pyriteuse ou sulphureo-acide.

Du feu du charbon de terre, appliqué au chauffage & aux usages domestiques.

309. EN démontrant la très-grande abondance de veines ou de mines de charbon de terre répandues dans la surface du globe, en décrivant tout ce qui a rapport à son extraction, mon dessein n'a pas été uniquement de présenter aux curieux une idée générale, de la matière que j'ai traitée; on a dû certainement s'apercevoir que j'ai cherché à remplir ce que j'ai promis dans l'avant-propos de mon ouvrage, à être utile, à faire connaître & à rendre faciles, sur-tout en France, les travaux qu'exige l'exploitation d'un fossile plus précieux que bien d'autres, lorsqu'on voudra pourvoir à la nécessité instante d'arrêter le dépérissement de nos forêts; qu'enfin je me suis occupé d'exciter ma

conformément trois chaldrons de charbon, page 17, *editio altera*, 1776.

coûtant 16 chellings & 6 sols.

(b) Chap. I, sect. II de la troisième

(a) *Institutiones chymicæ*, sect. XXI, partie de son ouvrage, page 473.

patrie

patrie à profiter de l'exemple du pays de Liege & d'Angleterre , pour accroître son commerce intérieur d'une branche à laquelle on n'a pas encore assez fait attention , & particulièrement pour remédier à la disette de bois dont on est menacé dans tout le royaume , même dans la capitale. (*a*)

310. ON ne peut disconvenir que dans toutes les grandes villes , le bois propre au besoin le plus répété & le plus essentiel , celui des cuisines & autres nécessités de ce genre , celui du chauffage pendant six mois de l'année , est maintenant , après la subsistance , l'objet le plus difficile , le plus dispendieux , comme le plus indispensable pour un ménage. (*b*) Les habitans de Londres ont été insensiblement réduits à la difficulté , puis à l'impossibilité de trouver du bois à leur portée ; ils sont tellement accoutumés aujourd'hui à la houille , qu'ils la préféreraient au bois s'ils en avaient. Le peuple Liégeois , naturellement avisé , l'a été sur ce point plus que toutes les autres nations : une sage prévoyance , qui toujours garantit de plusieurs inconvéniens , a averti les Liégeois de faire usage d'un fossile qu'ils ont en abondance , & dont ils pourraient avoir besoin ; mais ils n'ont pas attendu cette dernière extrémité.

311. EN Angleterre particulièrement , & dans le pays de Liege , le feu de charbon de terre est généralement adapté à tous les usages domestiques ; la manière de s'en servir , non moins intéressante pour exécuter les opérations de différens arts , est en soi suffisamment connue par ce que nous avons dit dans notre ouvrage. Un objet de cette importance , soit pour le peuple des provinces , soit pour le rétablissement de nos forêts , devenu douteux ou impossible , si par une délicatesse mal entendue on s'obstine à ne pas employer cette production , ne saurait être trop développé dans tout ce qui y a rapport : c'est ce que nous nous proposons ici , en considérant de nouveau le charbon de terre sous le même aspect , c'est-à-dire , comme ressource assurée , commode & peu dispendieuse , contre le prix exorbitant du bois de chauffage. (*c*) Pour remplir notre but , il nous a semblé à propos , relativement à cet usage , d'examiner d'abord , autant que cela se peut , ce fossile par comparaison , prix pour prix & dans sa durée , au

(*a*) Feu M. Fagon , intendant des finances , avait , dans cette même vue , introduit dans ses bureaux & dans ses anti-chambres l'usage du charbon de terre.

(*b*) En 1730 , la corde de bois se vendait à Arras tout au plus 14 livres ; elle coûte présentement 30 à 35 livres. En Picardie , le bois qui valait 30 livres en 1740 , vaut présentement 40 livres. Cette augmentation ne peut avoir pour principe que celui de la conformation , qui produit la déviation de nos forêts.

Tome XVII.

(*c*) *L'Observateur français à Londres* , troisième partie , vol. II , lettre LXXV , page 329 , remarque très-bien que , quand ce combustible ne serait employé que dans les anti-chambres , les poêles , les cuisines , ce serait un grand bien. Il en résulterait , dit cet écrivain , moins de consommation de bois , plus d'activité pour l'exploitation des mines de charbon de terre , & , ce qui est encore d'une grande conséquence , une grande diminution de dépense pour les particuliers.

X x x

feu, avec le combustible qu'il remplacera un jour chez nous, d'établir de même un parallèle entre ces deux combustibles, quant à la chaleur qu'ils donnent l'un & l'autre; d'éclairer enfin d'avance sur les principales difficultés qui ne sont ignorées de personne, concernant l'innocence de ce chauffage. Il n'en est pas de ces difficultés sur lesquelles est fondé l'éloignement à se servir de la houille dans les foyers domestiques, comme de celles que l'on pourrait opposer à son emploi dans les fourneaux de manufactures; l'éloignement, l'inquiétude sur cet objet, tiennent à la conservation de la santé; ils demandent les plus grands égards, & à être traités à fond: ce qui ne pourrait se faire ici sans donner lieu à une digression trop longue. Nous ne nous y arrêterons aussi pour l'instant, de même qu'aux deux autres considérations, qu'autant que cela peut être nécessaire pour disposer le lecteur à suivre notre description avec un peu moins de prévention.

312. Les avantages généraux & particuliers du feu du charbon de terre employé brut ou préparé, les objections que l'on a coutume d'opposer à son usage, seront amplement discutés à la fin de notre ouvrage, dans les mémoires que nous avons annoncés. (a)

Du chauffage de charbon de terre, comparé à celui de bois ou de charbon de bois, dans sa consommation, sa durée, sa chaleur.

313. Les expériences & les recherches auxquelles on voudrait se livrer pour connaître ces différences respectives, ne peuvent absolument comporter la précision requise: les différences de charbon de terre, celles des bois ou des charbons de ces derniers combustibles, leurs prix dans chaque province n'étant pas les mêmes, ne donneraient toujours que des résultats difficiles & fautive. (b) Le particulier seul est à même de fixer, autant qu'il est possible, cette comparaison par ses propres expériences. Ce que l'on peut avancer sur cela en général, c'est que le progrès du feu sur les houilles de bonne qualité & en

(a) Imprimés aussi in-12, en faveur des personnes qui n'ont point la collection des arts que publie l'académie. Le célèbre Van-Swieten, dans une lettre du 21 septembre 1771, marquait à l'auteur, que S. M. l'Impératrice pensait très-avantageusement de l'usage de la houille, qu'elle donnait des récompenses aux marchands ferrans, aux faiseurs de briques, & aux chaudières qui s'en servaient, attendu la diminution des bois, & l'augmentation du prix de ce combustible, & qu'en présentant à son au-

guste maltresse un exemplaire de ces mémoires, il l'avait priée de le lire & de le faire lire par son conseil.

(b) Dans l'annonce publiée en 1770 d'un établissement tenté pour procurer au peuple de Paris un chauffage de houille apprêtée, il a été fourni une note très-défectueuse sur le prix & la quantité de ces pe- lotes, comparés avec le prix & la quantité de ce qu'il faudrait du bois en salourde, pour cuire trois pots au feu de trois livres de viande.

gros morceaux, est plus lent que sur le bois : en conséquence la conformation de houille doit être moins rapide, en admettant ensuite comme certain que les corps retiennent leur chaleur en proportion du tems qu'il a fallu pour les chauffer. On pourrait rapprocher avec avantage cette notion des questions à établir sur cet objet. M. Deville est parti de ce principe pour en déduire une estimation. Selon l'académicien de Lyon, cette conformation comparée est à peu près en même raison que trois à douze; c'est-à-dire, que si vingt livres de bois durent trois heures, vingt livres de charbon de terre en dureront douze. Entr'autres façons d'apprécier la quantité du feu par sa durée & par ses effets, celle que M. Vencel a suivie mérite considération; & je pense, comme ce savant, qu'on peut en faire des applications fort étendues: j'en donnerai ici une idée. (a)

314. " DANS un fourneau à chaudière, où l'égalité des circonstances a été observée autant qu'il a été possible, où la même chaudière a été chargée de la même quantité de liqueur, d'eau du même puits, par exemple, on a fait du feu avec des quantités égales de différentes matières mises en comparaison, par la même température de l'air, autant qu'il a été possible, en tenant compte de la variété à peu près inévitable de ces températures: on a observé le progrès de la chaleur dans l'eau, la durée de la plus grande chaleur ou de l'état d'ébullition, & enfin la quantité d'eau qui a été évaporée par l'action entière de chaque feu. On a exécuté des expériences équivalentes dans le feu ouvert, tel qu'il l'est dans les âtres de cuisine, de chauffage, &c. Enfin on a poussé à la forge les matières de chaque classe qu'on a coutume d'y employer, savoir, d'une part, la houille brute, les braisons ou escarbilles; & de l'autre, le charbon de bois que les maréchaux, les ferruriers, &c. emploient dans les pays où ils n'ont point de houille, les orfèvres par-tout, & les chymistes presque généralement aussi. Il a résulté de toutes les expériences faites d'après ces attentions, que les feux de bûches & de rondins de différents bois secs dans les foyers ordinaires, coûtent dans le Languedoc à peu près plus du double que les pareils feux de houille faits sur les grilles ordinaires, & encore en négligeant la valeur, très-réelle néanmoins, des braisons ou escarbilles que laisse le feu de houille, & auxquelles rien ne correspond dans les feux de bois; car le feu de bois, vif ne laisse pas ou presque point de braises. „

315. NON-SEULEMENT la chaleur du feu de houille est plus ardente que celle du feu de bois; mais lorsqu'on vient encore à comparer cette chaleur avec celle du charbon de bois, ce dernier combustible n'aura point la su-

(a) Comparaison du feu de houille & du feu de bois, relativement à l'économie particulière, sect. II, chap. VI, part. I, page 186.

priorité. L'expérience apprend que dans toutes les occasions où l'on emploie le charbon de terre, un boisseau de ce combustible fait autant d'effet que trois boisseaux de charbon de bois, qu'il donne en même tems moins d'embarras à l'ouvrier, & produit de meilleur ouvrage. Ainsi, en suposant un boisseau de charbon de terre, revenant à un prix plus cher qu'un boisseau de charbon de bois, il y aura toujours un bénéfice à s'en servir.

Economies particulieres que l'on peut se procurer dans le chauffage du charbon de terre.

316. LES braises & les cendres du charbon de terre présentent spécialement une particularité que nous ne devons point passer ici sous silence, attendu le bénéfice réel qu'on peut en retirer dans les petits ménages qui doivent s'occuper d'économie : tout le tems que dure l'embrasement, il se détache du charbon de terre employé brute ou empaté avec des argilles, des morceaux plus ou moins volumineux ; ces *krahis* ou braisons tombés hors du *fir a feu*, ne peuvent plus se soutenir dans l'état d'ignition ; ils s'éteignent, mais ils ne sont point consumés, & ils sont encore combustibles selon qu'ils ont éprouvé un degré plus ou moins fort de chaleur plus ou moins soutenue (a). Un feu ordinaire produit une quantité considérable de ces braises, principalement si l'on attise le feu trop fréquemment. Le râteau introduit parmi les pieces de garnitures de fer, n'a été imaginé que pour séparer des cendres tout ce que l'on peut de ces braises, & y en laisser le moins possible.

317. CES deux résidus méritent des observations sur leur quantité & sur leur qualité. M. Venel remarque que les bonnes houilles brûlées dans un bon foyer à la quantité de trente ou quarante livres, & en morceaux d'une livre ou deux, lui ont assez communément donné deux cinquièmes d'escabrilles dans les foyers ouverts, & environ un tiers dans les foyers fermés ; leur effet & leur durée au feu lui paraissent tels qu'ils correspondent au moins au quart du feu de houille neuve ; selon son calcul, les escabrilles résultantes de quatre-vingt livres de houille, par exemple, fournissent un feu à peu près équivalent à celui de vingt livres de houille brute.

318. TOUT ce qu'avance M. Venel est bien positif, bien spécifié, & est conforme en tout à ce que nous avons fait remarquer sur les braises d'un feu ordi-

(a) On suppose ici que les houilles employées sont de bonne qualité ; car si elles étaient mêlées de nerfs ou d'arêtes, on n'aurait que de vraies pierres, à peine changées de figure, ou diminuées de volume, & qui

ne peuvent être susceptibles d'un nouvel embrasement. M. Venel range parmi les mauvais charbons celui nommé à Rived-gier *charbon perat* ; mais il a confondu celui qui est mêlé de gorres.

naire. M. Venel regarde avec raison ces braises comme un objet d'économie très-considérable & donnant un très-bon feu. Dans le fait, ce sont de vrais cinders, tels que ceux avec lesquels on est dans l'usage, en Angleterre, de chauffer les appartemens, parce qu'ils ne donnent pas de fumée; & M. Venel reconnaît une grande analogie entre ces escarbilles & les braises nommées par les Anglais *coaks*, qui se trouvent communément être supérieures à la braise de bois.

319. ON ne voit pas comment, après s'être expliqué aussi précisément, l'auteur annonce ailleurs, qu'on ne doit, pour les besoins domestiques, faire nul cas de ces braises, & pourquoi il regarde comme peu économique & mal entendu l'usage qu'on voudrait en faire, ainsi qu'il prétend l'avoir prouvé dans plusieurs endroits de la première partie de son ouvrage.

320. LE chauffage de houille donne beaucoup plus de cendres que le feu de bois. M. Venel s'est encore occupé de déterminer la proportion de ce résidu que donnent les bonnes houilles: pour cela il a fait des feux de trente à quarante livres, dans des fourneaux où la ventilation spontanée était simplement suffisante; la proportion commune & moyenne des cendres à la houille qui les a fournies, a été à peu près d'un quart.

321. L'ÉTAT particulier aux cendres de houille, forme un second article digne d'attention; d'après ce que nous avons dit de la quantité de braises qui se détachent du feu, ces cendres ne sont pas complètement des cendres (a); à moins qu'elles n'aient été tamisées ou passées souvent & avec le plus grand soin au râteau, elles sont toujours mêlées, ou de beaucoup de krahais qui peuvent aisément se trier afin de ne point les perdre, ou de menus krahais en poussière. La preuve en est, qu'en jetant sur le feu ces cendres, même celles du charbon de terre apprêté & mis en pelotes, on en voit une partie s'enflammer, & une autre partie parvenir à un degré d'incandescence marquée. (b)

322. ON n'est point étonné après cela des différentes petites économies que ces cendres de houille grasse, chargées sans cesse de krahais en poussière imperceptible, peuvent fournir aux pauvres ou à ceux qui sont dans le cas de chercher à ménager. Il ne paraîtra en conséquence rien d'extraordinaire dans ce qu'avance M. Kurella, qu'avec des cendres seules pétries avec de l'eau, il ait réussi à faire des gâteaux qui ont brûlé au feu aussi bien que des pelotes neuves, en donnant une chaleur d'une aussi longue durée. A Maltricht, les pauvres font par ce procédé des gâteaux carrés, longs & plats, de toute la grandeur du feu, pour recouvrir leur feu le matin & le soir.

323. ON peut donc dire, en faisant grâce à la manière singulière dont nous

(a) M. Venel les qualifie *cendres imparfaites*.

(b) Il est essentiel de ne point perdre de vue l'espèce particulière de houille,

bonne à employer en chauffage à l'air libre, qui est celle nommée par les Liégeois *houille grasse*.

crojons pouvoir nous exprimer, (a) qu'il est possible de *tirer parti à l'infini de ces cendres*, & *qu'elles sont propres à redonner sans cesse un feu qui n'a pas de fin*. Si au surplus cette expression présente quelque paradoxe, comme elle a paru à M. Venel, nous devons l'éclaircir ici, & cela est facile. Nous convenons avec ce savant, que cette propriété n'appartient qu'aux braises ou krahais, comme à la braise de bois, & point précisément à la cendre, qui pourrait néanmoins, chaque fois qu'on la repasse au feu, s'imprégner de nouveau d'une suffisante quantité de vapeur grasse inflammable.

324. M. Venel paraît dans ce moment avoir oublié la manière dont il qualifie lui-même ces cendres de feu de houille; c'est parce qu'elles sont imparfaites, & qu'elles le sont presque toujours, que nous les regardons susceptibles de cette propriété, qui ne devient plus singulière, autant qu'elle a paru l'être à M. Venel. Je ne erois point du tout, comme lui, que ces cendres, quand elles sont encore mêlées de quelques morceaux vraiment combustibles, agissent simplement dans les nouveaux feux en les contenant, & non pas en contribuant à les entretenir. En admettant une fois, comme le fait M. Venel, des krahais encore combustibles dans ces cendres, c'est une inconséquence manifeste de prétendre qu'elles ne sont dans les feux de houille que ce que sont dans les feux de bois les cendres engendrées dans le foyer dont on couvre quelquefois ces feux ordinaires.

325. SANS que M. Venel s'en doute, la remarque par laquelle il finit, infirme son propre dire, & vient à l'appui du mien. Cet écrivain dit que le feu de houille bien ardent & bien embrasé supporte mieux que les feux semblables de bois, les cendres qu'on met dessus, & que le premier est contenu par ce moyen avec beaucoup plus d'avantage que le dernier. Cette phrase ne diffère de la mienne, qu'en ce qu'elle est un faible aperçu du vrai point de fait. Il se serait présenté plus clairement à M. Venel, s'il avait été à portée d'avoir quelque bonne houille grasse, dont les krahais sont toujours plus chauds que les krahais de houille maigre. Il eût vu autrement la chose, s'il eût porté attention au parti que les pauvres, à Liège, tirent des cendres de leurs feux en les faisant entrer dans la composition de hochets économiques, à la quantité d'un boisseau sur autant de terre grasse, avec deux boisseaux de fougaye, afin d'animer le chauffage. M. Venel paraît avoir ignoré cette pratique, ou n'en avoir fait aucun cas; mais elle ne suppose pas moins que ces cendres ont toujours dans l'opinion commune (sauf à être discutée) une sorte de valeur réelle pour donner de la chaleur. Ce mélange fraîchement corroyé donne des pelotes qui font un feu joli, agréable & chaud: les pauvres qui l'ont imaginé, le font tout uniment dans le coin de leur cheminée: il a l'inconvénient, au moment qu'on le prépare, d'exhaler une

(a) Dans les mémoires sur le feu de houille ou de charbon de terre, en traitant des avantages de ces feux pour le chauffage & pour les besoins domestiques.

odeur fétide d'hépar, mais qui se dissipe dans le desséchement à l'air ou au feu, & n'a nul désagrément. M. Venel paraît n'avoir pas pris garde non plus dans mon ouvrage, que la terroule fine & douce, amalgamée avec un peu d'arzée, donne une chaleur très-appropriée à l'usage que les femmes font des chaufferettes, auxquelles il recommande avec raison de substituer un morceau de fer ou de brique chauffée.

326. LES expériences du genre de celle dont M. Venel a été chargé, les connaissances qu'elles donnent, sont sujettes aux mêmes inconvéniens remarqués par M. Zimmermann, dans les descriptions de charbon de terre d'un seul pays, & dans les conséquences qu'on en tire. Ces expériences, ces connaissances, pour être précises & sûres, demandent à être faites, prises & suivies par comparaison répétée, ou sur les charbons de diverses contrées, ou encore mieux dans les pays même où ce chauffage est pratiqué généralement, où l'on voit à tout instant en grand & habituellement dans son foyer & dans celui des autres, les pratiques & les particularités de ce chauffage. M. Venel, pressé par les circonstances de travailler à la hâte sur une matière qui était absolument neuve pour lui, au moment qu'il a entrepris d'en faire un objet de travail, n'a pu se former sur certains objets des idées fixes & invariables, ni connaître exactement tous les détails de l'usage des feux de houille.

Remarques & observations générales sur les dangers que l'on croit inséparables de l'usage du feu de charbon de terre pour le chauffage.

327. NOUS annonçons suffisamment par ce titre général, que nous ne prétendons point, ainsi que nous en avons déjà prévenu, nous occuper pour l'instant en aucune manière des objections que l'on a coutume d'opposer à ce chauffage, soit relativement à la santé, soit relativement aux incommodités qui lui sont attribuées; nous voulons uniquement mettre le lecteur dans le cas de suspendre son jugement sur ses propres préventions. Tout ce que M. Venel dit concernant cet objet (a), se rapporte absolument à ce que nous avons publié avant ce savoir, dans notre mémoire sur les feux de houille (in-12, 1770). Pour calmer les premières inquiétudes qui se présentent sur le fait de la santé, nous n'emprunterons de son ouvrage que deux observations.

328. ON a exposé un chardonneret dans sa cage, pendant une heure entière, à une fumée très-épaisse & très-abondante de houille, enforte qu'il en était

(a) Section I, chap. II, part. I, page 14, *Des fumées & vapeurs*. Chap. V. *Tableau général des préjugés ou erreurs populaires, contraires à l'emploi de la houille. Réfutation de ces erreurs*, page 112, chap. VI.

Avantages des feux de houille tant absolus que considérés en opposition aux désavantages ou aux moindres avantages des feux de bois, page 161.

souvent enveloppé au point de ne pouvoir être aperçu : pendant tout ce tems , l'oiseau n'a pas donné le moindre signe de mal-aïse ; il a bu , il a mangé , & même de tems en tems fait un petit ramage. Les moineaux connus dans la contrée de Carmaux en Albigeois sous le nom de *moineaux verriers*, sont bien un autre exemple en grand , que la fumée de houille brûlée n'est point sulfureuse dans la manière dont on l'entend communément , & n'est nullement comparable à la vapeur du soufre brûlant , dont on sait si bien se servir à la campagne pour faire une espece de chaise aux petits oiseaux en plate campagne. Dans la verrerie de Carmaux , où le fourneau est chauffé avec de la houille , les pigeons & les moineaux nichent dans le toit de la halle où est renfermé le fourneau ; les moineaux particulièrement s'y retirent pendant l'hiver , & habitent le toit par préférence à tous ceux des bâtimens voisins , sans doute à cause de la chaleur qu'ils y rencontrent. On ne peut douter qu'ils ne soient bien complètement exposés tant aux fumées de houille qu'aux cendres qui s'enlèvent en même tems ; car leurs plumes en deviennent noires , & même la peau qui en est recouverte , ce qui a fait donner à ces moineaux enfumés le nom de *moineaux verriers*.

329. IL est encore facile de présumer favorablement de l'innocence des exhalaisons de houille enflammée , par l'usage où l'on est dans les Cevennes , non-seulement de faire éclore à la chaleur de ce feu des vers à soie , mais même d'élever ces vers dans des endroits fermés exactement & au milieu de la fumée de ce fossile. Il a été ajouté à M. Venel , que loin d'avoir observé que ces fumées fussent nuisibles aux vers à soie , elles paraissaient produire sur eux des effets avantageux ; que ces vers se trouvent plus vigoureux que ceux que l'on chauffe avec le bois , & leurs produits étaient d'un sixième plus fort que celui des vers chauffés avec le bois.

330. CES faits pourront paraître de peu d'importance ; mais-ils sont diamétralement opposés à tous les préjugés répandus dans quantité d'écrits sur ce point , & en particulier à ce qui se trouve consigné dans un examen analytique de la tourbe , publié en 1758 par la voie d'un journal (a). L'auteur de ce mémoire regarde la houille comme un fossile métallique ; il admet dans sa composition du mercure , des parties arsenicales ; enfin , comme quelques autres personnes , il attribue à la houille la manie de se tuer souvent par compagnie.

331. CETTE maladie , sur laquelle nous ne négligerons pas de nous expliquer , autant que le permet le motif pour lequel nous en parlerons , fait le sujet d'un traité composé *ex professo* par un médecin Anglais de nation (b).

(d) Par le sieur Dupré Daunay ; *Journ. nal économique*, avril.

(b) *Anglia flagellum seu tabes anglica, numeris omnibus instructa, ubi omnia*

Il n'est seulement pas venu dans l'idée de l'auteur d'inculper ni de disculper les exhalaisons du feu de charbon de terre : au surplus, ce que je crois pouvoir avancer dans les mémoires, soit pour persuader de l'utilité de cette ressource, soit pour rassurer sur les dangers regardés assez universellement comme inséparables du feu de houille, est suffisamment étayé par les pièces justificatives que j'ai placées à la suite de ce cahier : telles que l'extrait des registres de l'académie des sciences, le décret de la faculté de médecine (a). J'y ai joint une lettre intéressante de M. Delwaide, médecin de Liege, sur l'opinion que la grande quantité de houille qui se brûle dans cette ville, rend ses habitans très-sujets aux maladies de poitrine; opinion à laquelle tiennent, outre le vulgaire, plusieurs personnes faites pour être détrompées.

332. ENTRE les témoignages de plusieurs médecins très-éclairés & très-répandus dans la pratique, qui m'avaient assuré à Liege la fausseté de cette imputation, je m'étais borné dans mon ouvrage à citer celui d'un d'entreux instruit dans la bonne & véritable théorie, & doué de ce génie propre à l'observation, génie qui caractérise le vrai praticien. Lorsque le gouvernement prit connaissance de mes opérations sur nos houilles de France, je songeai que ma façon de voir & de penser touchant l'influence de ce chauffage sur la santé ne pourrait être trop étayée. Persuadé que les compagnies célèbres, sur l'avis desquelles cette méthode prenait faveur dans l'opinion des minis-

qua ad ejus tum cognitionem tum curationem pertinent, dilucide aperiuntur, auctore Theophilo de Garencieres, D. medico, 1647.

(a) J'ai reconnu depuis par les anciens registres de la faculté de médecine, que dès l'année 1519 au commencement d'aout, cette compagnie s'était déjà expliquée favorablement sur ce sujet: voici la traduction littérale de ce qui se lit au registre LV. La faculté assemblée à la requisiion de M.M. de la cour de parlement & du prévôt de Paris, qui demandoient si l'usage d'une certaine terre d'Angleterre, nécessaire aux ferruriers, n'était point nuisible à la santé à cause de sa mauvaise odeur; il fut conclu que la fumée de cette terre ne pouvait apporter aucun dommage au corps humain, *dum resco Es bono artificio prepararetur.* Il est probable que c'est encore sur cette même matière que la faculté fut consultée en 1666: les registres n'en ont conservé au-

cune mention; voici ce qui se trouve à ce sujet dans les *Lettres de Gui Patin*, lettre CLIII, du 22 novembre 1666. Il y a ici un Italien qui dit avoir été mandé exprès pour un certain secret, qui est d'une terre composée qui chauffe incontinent une chambre sans odeur & sans fumée; plusieurs ont été nommés pour en voir l'épreuve, dont il y a eu deux médecins, savoir, M. Mathieu & moi. M.M. Blondel, Guenaut, Bruyer & Morisset s'y sont aussi trouvés; nous avons signé que ces boules de terre faisaient un feu beau & clair sans fumée & sans aucune mauvaise odeur: il nous dit qu'il en donnera un cent pour dix sols. Chaque boule est plus grosse qu'une bale de tripor: on a ordonné qu'on en chaufferait le four, & que l'on nous donnera à chacun un des petits pains qui s'y culra, pour en tâter: j'y ai salué M. le premier président, & rien davantage; car il y avait plus de trois cents personnes.

Tome XVII.

Y y y

tres, ne verront qu'avec plaisir d'autres sociétés savantes avoir les mêmes sentimens, & porter un jugement aussi éclairé sur le même objet, je me suis occupé à recueillir de toutes parts de nouveaux témoignages, sur-tout parmi l'étranger. Les correspondances honorables que j'ai conservées dans Liege, ont dû naturellement me faire songer à m'adresser au college des médecins de cette capitale. Tous les docteurs ou licenciés qui y sont aggrégés, ont été assemblés extraordinairement par ordre exprès de M. le baron de Haxhe de Bierfet, président du college, & trésorier de la cathédrale.

333. Le préfet M. Maurel, premier médecin de S. A. S. (a) y a fait la lecture de la lettre par laquelle je demandais que cette compagnie voulût bien examiner régulièrement une assertion défavorable du célèbre M. Hoffmann, sur ce qui regarde l'effet qu'imprime à l'air de la ville de Liege la houille qu'on y brûle dans toutes les maisons. On verra que la décision des médecins qui exercent dans cette capitale, est formellement contraire à l'allégation du savant professeur de Halle. Les réflexions qu'ils lui ont opposées, se sont trouvées les mêmes que celles que j'avais fait entrer dans les mémoires, auxquels j'assure que je n'ai fait sur cet article, ni addition, ni changement, d'après la déclaration du college de Liege.

334. Peu de personnes ignorent que la coutume d'appliquer le feu de houille aux usages domestiques, a passé dans le Hainaut Français; c'est depuis que les travaux de M. le vicomte des Androuins ont mis cette frontiere du royaume en possession d'un trésor qui n'y était pas connu. Cette heureuse époque n'est ni trop récente ni trop éloignée pour qu'on puisse ne pas regarder comme assez constaté ce qui s'en est suivi d'avantageux & de défavorageux. Les médecins de Valenciennes devaient par cette raison être consultés; ils sont à portée de voir les effets qu'a pu produire sur les habitans l'exhalaison continuelle des feux de charbon de terre, en comparant la constitution actuelle de leurs concitoyens avec celle dont ils jouissaient avant qu'on eût introduit chez eux le chauffage de houille (b). Leurs observations insérées à la suite du second mémoire, donnent un nouveau degré d'évidence & de certitude à ce que j'ai avancé, tant en général qu'en particulier, pour combattre un préjugé capable de retarder parmi nous l'introduction d'un combustible qui devient de jour en jour indispensable. Ces décisions de compagnies faites pour prononcer, ou de personnes choisies dans leur sein, méritent essentiellement l'attention; c'est aussi la maniere dont le ministère public use dans les affaires qui intéressent le bien général. Il y a apparence que, lors de l'introduction de ce chauffage à la façon du Hainaut Français

(a) Alors comte d'Outremont.

(b) Le plus ancien des médecins de cette ville y exerce depuis le commencement de cet usage.

dans nos corps-de-gardes, pour nos troupes à Briançon, le ministre de la guerre suivit cette même voie en consultant des personnes éclairées. J'ai trouvé dans les papiers de mon pere la minute d'une déclaration dressée à ce sujet, à Paris & à Versailles, pour examiner le charbon de terre du Briançonnais, par comparaison avec celui du Hainaut. Nous joignons ici cette piece.

Ce jourd'hui 30 décembre 1727, en exécution des ordres de monseigneur le Blanc, ministre & secretaire d'état de la guerre; nous, soussignés, avons fait pour la troisieme fois l'épreuve du charbon de terre du Briançonnais, comparé à celui de Flandres, & pour cela nous avons fait faire de ce charbon concassé des boules de la grosseur d'une boule de mail, qui ont été arrangées par couches dans une grille de fer parcille à celles qu'on emploie dans le Briançonnais; & après y avoir fait mettre le feu, nous avons observé ce qui suit; savoir:

1°. Que le charbon du Hainaut, qui est composé de parties plus grasses, sulfureuses & bitumineuses, s'enflamme plus promptement que le charbon du Briançonnais, & qu'il produit de la flamme & une fumée épaisse, noire, d'une odeur très-désagréable & difficile à supporter.

2°. Que le charbon du Briançonnais, qui paraît composé de parties terreuses plus seches & moins bitumineuses que l'autre, a été allumé dans une demi-heure, & n'a produit ni flamme, ni fumée, ni odeur capable de nuire à la poitrine.

3°. Que celui du Briançonnais se consume moins vite, & paraît conserver plus de chaleur lorsqu'il est bien pris, que celui du Hainaut.

Des expériences réitérées nous donnent lieu de croire que le charbon de terre du Briançonnais ne peut point produire de vapeurs nuisibles à la santé de ceux qui s'en servent; que la noirceur des habits qu'on attribue à quelques vapeurs élevées de ce charbon, vient plus vraisemblablement de la cendre qui doit être très-légere & très-affinée, le charbon étant du tems à se consumer; qu'enfin s'il brûle moins vite que celui du Hainaut, c'est qu'on n'est point aussi avancé dans les mines du Briançonnais que dans celles du Hainaut, & qu'il est probable qu'en approchant du cœur de la mine, le charbon sera moins terreux & chargé de parties plus bitumineuses & plus combustibles. En foi de quoi nous avons signé le présent procès-verbal les jour & an que dessus.

Des effets incommodes qui peuvent résulter dans certains cas de la vapeur du charbon de terre embrasé.

335. L'ACTION du feu sur les charbons de terre, en dissipant une partie de l'acide vitriolique qu'ils contiennent, développe dans quelques-uns une odeur

Y y y ij

d'acide sulfureux volatil ; cette exhalaison , la même que celle qui se distingue dans le voisinage des fours à briques & des fours à tuiles , est quelquefois marquée & peut être considérable. J'ai eu soin de prévenir quelque part , que cette vapeur avait quelquefois produit des accidens graves dans les personnes qui y avaient été exposées ; nous avons aussi fait observer que cet effet n'est point particulier à la houille.

336. M. VENEL , qui a reconnu dans certains tems de l'embrasement du charbon de terre , de ces bouffées de vapeurs sulfureuses , prétend qu'il n'y a rien de plus facile que de s'en délivrer , ou de se les épargner d'avance. Le moyen qu'il propose consiste tout uniment à éteindre le feu lorsqu'il est voisin du tems de cette exhalation ; tems qu'il est très-aisé de prévoir à l'aide de la plus légère habitude. Le conseil qu'il donne pour y parvenir en l'éparpillant , ou pour réussir encore plus promptement , en jetant dessus des cendres froides ou de l'eau , est sûr ; mais il faut avouer que , s'il n'y avait pas d'autre secret que de déranger ainsi ou d'éteindre le feu , il serait bien plus simple de n'en pas faire. Si c'était la peine , c'est-à-dire , si le tems pendant lequel le feu de houille répand les vapeurs produisait un effet qu'il fût à propos de modifier , il y aurait encore , dit M. Venel , des expédiens faciles pour y prévenir la génération de cette vapeur ou pour l'absorber. *Il est très-probable* , par exemple , que si on mêlait à la houille quelque terre calcaire , comme marne , cendres végétales , &c. ou que si l'on formait les pelotes avec une argille mêlée de terre calcaire , on obtiendrait cette *correction* ; mais , ajoute M. Venel , cette exhalaison faible & passagère ne mérite pas d'être ménagée. (a)

337. Nous sommes fâchés de dire que nous n'entendons rien à cette irrésolution que l'auteur laisse appercevoir sur l'existence , sur la durée , sur l'inconvénient de cette vapeur. Le fait est certain : cette moëlle est commune à toute espèce de feu renfermé ; personne ne l'ignore , non plus que la façon de s'en garantir. Les premières & véritables attentions à avoir , comme pour toutes sortes de chauffages , sont de rejeter les fumerons , les pouxures , les boutneurs , & sur-tout de pourvoir à ce que cette vapeur ne soit pas renfermée : on est sûr alors de ne ressentir aucune des incommodités dont il y a des exemples connus. La société royale de Londres en a publié une observation (b). L'équipage envoyé en 1569 par les Hollandais pour découvrir

(a) La grande probabilité , insinuée ici par M. Venel , sur l'espèce de correctif que donne au charbon de terre un amalgame marneux , est essentielle à remarquer : lorsque nous traiterons de l'apprêt du charbon de terre avec des terres grasses , le lecteur voudra bien se souvenir qu'il ne paraît

pas à M. Venel , ni évidemment vrai , ni évidemment faux , que le mélange de terre grasse corrige l'odeur du charbon de terre enfumé.

(b) *Transactions philosophiques*, ann. 1763 , art. 69.

une nouvelle route en Chine, fut très-tourmenté par un semblable accident, étant arrêté à la baie des Courans dans le port des Glaces. La relation s'en trouve dans le troisieme voyage des Hollandais par le nord le long de la Norwege, &c. pour aller au royaume de Cathai & de la Chine, par permission du conseil de la ville d'Amsterdam : la voici telle qu'on peut la lire dans un ouvrage connu. (a)

338. LE 7 décembre 1596, le conseil ayant décidé qu'on irait chercher au vaisseau le charbon de terre qui y était, pour résister au froid, on fit un gros feu qui réchauffa merveilleusement les voyageurs ; mais pour l'entretenir & en jouir le plus de tems qu'il leur serait possible, ils bouchèrent exactement leurs fenêtres & allerent se coucher, très-satisfaits d'être bien chaudement ; ce qui les avait rendu plus gais qu'à l'ordinaire, & leur donna lieu de causer long-tems ensemble après être couchés. A la fin, ils se trouverent tous atteints de tournoiemens de tête & de vertiges, dont celui qui s'en trouva le plus incommodé se plaignit le premier ; tous avaient de la peine à se soutenir ; quelques-uns cependant furent en état de se trainer à la cheminée & à la porte pour les ouvrir : le froid les rétablit.

339. IL est donc très-possible que le charbon de terre, soit par défaut d'attention à maintenir son feu dans un air libre, soit par sa qualité particulière, occasionne, de même que la braïse, la suffocation & un danger pour la vie ; nous ne pouvons encore oublier que même les loirs du médecin doivent, lorsque l'occasion le permet, porter l'empreinte de la philanthropie. Nous avons payé notre tribut à l'égard des ouvriers suffoqués ou noyés dans les mines : lorsque nous présentons le mérite du chauffage qu'elles procurent, serait-il juste que nous fussions plus indifférens sur le danger que pourraient courir les personnes qui se seraient exposées imprudemment à la vapeur qui en résulte ? On sait que ces personnes qui ont éprouvé jusqu'à un certain point la malignité de cette moquette, paraissent entièrement privées de la vie. Le savant traducteur des ouvrages de M. Franklin compare avec raison un homme en cet état, à une bougie nouvellement éteinte, dont la meche encore rouge & fumante n'a besoin que d'un souffle pour se rallumer (b). En effet, l'expérience démontre que des impulsions variées à l'extérieur d'une manière intelligente, dissipent avec succès la stupeur mortelle dont les organes de la vie sont affectés. Les accidens subits de différens genres, dont celui-ci est du nombre, excitent depuis plusieurs années la vigilance des médecins, &

(a) Tome I, page 72 du Recueil des voyages qui ont servi à l'établissement & aux progrès de la compagnie des Indes orientales, formée dans les Provinces-Unies des Pays-Bas. Amsterdam, 1702.

(b) M. Dubourg, docteur-régent de la faculté de médecine de Paris. Voyez sa lettre à M. Franklin. Paris, 15 avril 1773, tome I, page 322.

ils ont l'avantage de voir leur zèle couronné par les succès les plus satisfaisans ; leurs mémoires & leurs observations applaudis avec justice du public, ne nous donnent lieu ici qu'à un résumé très-simple & très-abrégé de ce qui peut être regardé comme plus essentiel dans la pratique de ce traitement important, & à une notice de la manière de prévenir ces accidens.

340. DANS la description de la Chine (a), il est remarqué que la vapeur de charbon est quelquefois si déflagrable, qu'elle suffoquerait ceux qui s'endorment près des poeles, s'ils n'usaient de la précaution de tenir près d'eux un bassin rempli d'eau ; ils prétendent qu'il attire la fumée & en diminue l'odeur. Le P. Grammont, en donnant la description qui va suivre des étuves chinoises, observe que, pour enlever les vapeurs nuisibles de l'air constamment échauffé par le feu du charbon de terre, les Chinois font dans l'usage de tenir toujours dans les appartemens de grands vases remplis d'eau, qu'ils renouvellent de tems en tems : les poissons dorés que l'on tient dans ces mêmes vases, servent en même tems d'ornement & d'amusement au palais de l'empereur. A cette évaporation continuelle se joint celle de l'humidité de pots à fleurs & de petits orangers qui décorent les appartemens.

341. Les philosophes de la Chine prétendent que c'est là le meilleur moyen d'adoucir l'air, & d'absorber les particules ignées qui y sont dispersées ; ils ont soin en même tems de laisser deux carreaux ouverts nuit & jour au haut de chaque fenêtre, afin de renouveler l'air qu'ils croient être trop raréfié par la chaleur. Les pauvres trouvent dans l'eau chaude qu'ils tiennent pour faire leur thé, les mêmes avantages d'une évaporation qui humecte l'air de la chambre.

342. M. de Gillibert, major de l'hôtel royal des Invalides, occupé d'une collection d'histoire naturelle intéressante, dans laquelle il y a des oiseaux empaillés, a imaginé d'employer ce même expédient pour se débarrasser de l'odeur que ces pièces répandaient dans son cabinet, & s'en est bien trouvé.

343. Les moyens de remédier à la vapeur du charbon font, comme de raison, d'un autre genre que ceux qui sont propres à la prévenir.

344. LE fait qui n'est que cité précédemment, regarde précisément un ouvrier suffoqué par des exhalaisons de charbon allumé dans une mine (b). Ce malheureux était froid, sans mouvement ; on n'y en sentait pas le moindre, ni au cœur, ni dans les artères, & il fut tenu pour mort trois quarts d'heure dans la mine ; ses yeux étaient fixes & brillans, la peau froide. M. Tossack le rappella à la vie en lui soufflant dans la bouche jusqu'à enfler la poitrine ;

(a) *Histoire générale des voyages*, tome VI, sect. III, page 486.

(b) La mine de charbon d'Alloa en Suisse, qui prit feu par accident : ce fait

vient d'être inséré dans le détail des succès de l'établissement que la ville de Paris a fait en faveur des personnes noyées, quatrième partie, année 1775, page 165.

le cœur fit sentir immédiatement après, sept ou huit battemens très-vifs; la poitrine reprit son mouvement alternatif, & le poulx se fit sentir : on lui ouvrit alors la veine au bras; on frota, ou secoua le malade vivement; en une heure de tems il reprit connaissance, quatre heures après il s'en retourna chez lui, & au bout de quatre jours il se remit au travail.

345. On juge facilement que les malades peuvent, ainsi que l'a remarqué judicieusement M. Lorry (a), avoir été affectés par cette vapeur dans différens degrés, & qu'en conséquence les moyens à employer peuvent être variés. Mais en tout ils se rapportent absolument à ceux que le célèbre M. Lieutaud indique. Il paraît sur-tout constaté aujourd'hui par d'heureuses expériences, que ce qu'il y a de plus pressé à faire (& l'impression qu'on éprouve en entrant dans un endroit infecté par cette vapeur en dicte le conseil) est de donner au malade de l'air frais, même froid; l'insufflation de l'air dans les poulmons est aussi un secours puissant. Enfin on doit assigner un rang distingué parmi ces secours, à la projection subite, continuée sans interruption, ou répétée, de l'eau froide au visage & à une certaine distance; l'immersion précipitée dans l'eau la plus froide, tout ce qui peut produire un tressaillement; & par-dessus tout, persévérance dans l'administration de ces moyens. (b)

346. Ceux de nos lecteurs qui seraient dans le cas de désirer une connaissance plus entière de ce qui convient dans ces sortes de cas, doivent consulter un mémoire publié par M. Hermant, médecin de Nancy, imprimé & distribué en extrait par les soins de M. Pia, ancien échevin. (c)

Remarques particulières sur quelques circonstances relatives à l'emploi du charbon de terre, au chauffage dans les cheminées, dans les poêles, &c.

347. A la rigueur, le charbon de terre brut ou apprêté, posé tout simplement à plat sur le foyer de l'âtre, peut fournir dans une cheminée telle qu'elles sont construites par tout pays, un feu propre au chauffage ou aux besoins ordinaires; il faudrait seulement, pour hâter la communication du feu dans un tas de houille à plat, ou dans un foyer fermé, tel qu'un four, avoir attention, comme remarque très à propos M. Venel (d), de former ou d'établir ce tas sur une

(a) Dans sa thèse de baccalauréat, en 1747.

(b) On doit maintenant espérer que les personnes frappées de la foudre, dont l'état pourrait être du même genre, lorsqu'il n'y a point de déchirement de fibres, de paralysie nerveuse, de corruption de liqueurs produite par l'accident, auront bientôt leur tour dans l'empreffement des personnes de l'art, à apporter du secours contre des ac-

cidents qui étaient trop négligés.

(c) *Avis patriotique concernant les personnes suffoquées par la vapeur du charbon, qui paraissent mortes, &c. qui ne l'étant pas, peuvent être rappelées à la vie.* Par M. Pia, 1776, 15 pages.

(d) Chap. I, partie II, page 213. *Manière commune d'allumer & de gouverner les feux de houille.*

couche de bonne braise brûlante, ou sur des morceaux refendus de bois bien sec.

348. DANS les âtres ordinaires, on conçoit que les cheminées construites comme elles le sont dans les pays où ce combustible est usité (*voyez pl. XV*) & les grillages dans lesquels on le contient, sont plus décidément appropriés à ce feu. Avant de reprendre aucun détail de ce qui demande à être rappelé ici, ou de ce qui est à connaître sur ce chauffage dans les cheminées, nous nous arrêterons à quelques circonstances préliminaires; nous suivrons la même marche pour ce qui est des poeles.

349. ON a vu que ce fossile brûlé donne beaucoup de cendres; mis en pelotes avec des terres argilleuses, il en fournit beaucoup davantage au moyen de l'addition du résidu cendreux de ces terres. Cette quantité considérable de cendres exige qu'on s'en débarrasse dans la journée à différentes reprises, pour l'ordinaire, chaque fois qu'on renouvelle le feu, ce qui est deux ou trois fois en tout tems: dans les petits ménages, on en réserve à chaque côté du fer à feu une pile suffisante pour pouvoir servir à poser la marmite ou quelque autre ustensile de ce genre.

350. IL n'est pas inutile d'avertir que les cheminées de tôle, nommées *cheminées à la prussienne*, ne sont en aucune manière favorables à ce chauffage. Le feu exhaussé sur le grillage, porte une grande partie de son action dans la couverture qui forme chapiteau, y est entièrement retenu & renfermé; les rebords pendans de cette couverture empêchent que la chaleur ne s'étende dans tout l'appartement, & s'opposent d'une autre part à la facilité du service du feu, soit pour le renouveler, soit pour l'accommoder quelquefois avec les pincettes ou autrement. Comme ces cheminées, au surplus, n'ont d'autre utilité que de remédier à la fumée, on aura recours à tous les autres moyens connus ou possibles; ces expédiens n'ayant point de rapport spécial à notre objet, nous sommes entièrement dispensés d'en rien dire, si ce n'est pour rappeler par occasion le moyen adopté par les Chinois, & une manière singulière qui lui est un peu analogue, & qui se trouve rapportée dans un mémoire des plus intéressans (a), comme ayant été éprouvée dans un endroit où la cheminée fumait beaucoup. (b)

(a) On était parvenu à se garantir de cet inconvénient, en suspendant dans le milieu de la hauteur du tuyau une bouteille de pinte remplie d'eau. La cheminée commençant à fumer de nouveau, avertissait que la bouteille était voide, & qu'il fallait la descendre pour la remplir. *Dissertation physique, chimique & économique sur la*

nature & la salubrité des eaux de la Seine.

(b) M. Genneté, dans l'ouvrage que nous avons cité de lui, a donné aussi pour cet objet la construction en bois avec figures, de la tête d'une nouvelle cheminée sur une seule, ou sur un plus grand nombre de cheminées ordinaires, où l'on brûle de la houille & des tourbes.

351. QUANT aux grillages ou fers à feu, *fig. 4 & fig. 5, pl. XV, part. II*, les barres qui les composent sont ordinairement de fer battu, quelquefois bien limé. J'ai vu de ces fers à feu à l'anglaise ainsi polis à la lime. M. Venel n'y reconnoît point d'avantage particulier ; mais j'aurais plus de confiance dans l'expérience d'une observation suivie, telle sans doute qu'elle est constatée par les Anglais, qui ne connoissent pas d'autre manière de se chauffer. La remarque facile à faire par tout le monde sur nos chenets, celle que j'ai faite sur mes fers à feu, dont je me suis servi pendant deux hivers, & qui prennent, quand ils ne servent point, beaucoup de rouille, donneraient lieu de présumer que ce poli à la lime a pour objet de rendre les barreaux de fer moins sujets à cette rouille.

352. POUR ajouter à ces feux une chaleur réverbérée, ces grillages doivent être appuyés sur une maçonnerie de briques posées en faisant un rebord à plat, représentée *pl. XV, part. II*. De la grille au murrel, il faut toujours qu'il y ait au moins une distance de 6 à 7 pouces pour les moindres feux, & pour les cuisines, de 8 jusqu'à 9 & 10 pouces ; à ce murrel l'on peut substituer une plaque de fonte de 3 ou 4 doigts d'épaisseur, & percée de plusieurs trous, afin d'empêcher qu'elle ne se fende.

353. LES grillages ou fers à feu les plus simples ou les plus ordinaires & à plus bas prix, comportent nécessairement quatre montans principaux d'environ douze pouces de hauteur, dont la partie inférieure forme quatre pieds, quatre traverses de côté, quatre traverses de face, qui peuvent être en sens opposés aux quatre montans : la *fig. 4* de la *pl. XV* en représente des deux façons. On estime que les barres posées perpendiculairement, comme les quatre montans, ne sont pas si avantageuses pour retenir dans le grillage les charbons ou *krahaïs*, à mesure qu'ils diminuent de volume en se consumant, & descendent dans le fond du grillage. Les traverses formant le fond du grillage, demandent à être remarquées ici par rapport à leur élévation, & par rapport à leur disposition différente des autres placées en longueur.

354. LEUR élévation au-dessus du foyer peut varier selon la quantité du charbon de terre ; les feux de charbons chauds doivent être plus élevés que ceux de charbons froids : pour la première qualité, il faut en général 4 à 5 pouces d'élévation, afin de laisser un espace suffisant pour les cendres qui tombent du grillage, & où l'air puisse agir librement. Aussi communément cette élévation n'est guère différente de celle qui se remarque aux chenets de bonne grandeur ; de manière que, si absolument on vouloir ne point fixer ce grillage au murrel, l'on pourrait, en ajoutant deux autres traverses opposées à celles de face, avoir simplement un grillage sans pieds, qui poserait sur les chenets, & qui deviendrait portatif dans les différentes chambres où l'on voudrait avoir feu.

355. QUEL que soit le grillage, il paraîtrait utile que les barreaux du fond, au lieu de présenter leur quarré, présentaient le tranchant, afin qu'il s'amassât moins de cendres dans ce fond : enfin il est à propos que les barres du fond, qui ne tiennent point aux montans, au lieu d'être fixées à demeure comme les autres, soient simplement assemblées à crochet sur les traverses de côté ; avec cette précaution il serait aisé, quand à la longue elles viennent à se détruire, de leur en substituer de nouvelles, sans être obligé de toucher au corps du grillage.

356. LA qualité du fer à employer pour ces barres, ne peuvent être que dépendantes des mines dont il est provenu, & qui est différente selon les provinces où l'on voudrait faire usage de ce chauffage (a). Le prix, par rapport à la main-d'œuvre, varie aussi en conséquence : on donne à juger en passant, de ce que ces grillages peuvent coûter par l'état suivant, fourni par un ouvrier de Paris, & qui sans doute est encore susceptible de diminution même dans cette ville.

357. UN grillage construit comme nous l'avons dit d'abord, de seize barres ou tringles de bon fer de Berry, excepté les quatre montans formant le corps, & les quatre pieds, peut donner en tout trente pieds de fer, tant quarré qu'aplati, & le poids (b) de huit livres en tout, & revenir à six livres dix sols, & pourra durer quatre ans sans qu'on ait besoin d'y toucher.

357. UNE grille des plus simples en fer en lame de Berry, de 18 pouces de hauteur, sur 15 pouces de large, 9 pouces des côtés, pesera environ 20 livres & coûtera 12 livres. Une autre de 25 livres pesant de pareil fer, coûtera 15 livres. Une autre de 30 livres pesant de pareil fer, coûtera 18 livres. Une gril de cuisine de 2 pieds de hauteur, sur 3 pieds 6 pouces de large, sur un pied des côtés de fer de *carillon* à double grille, pesera environ 200 livres, & coûtera 120 livres. Une grille à l'anglaise avec pieds en roulettes, de 22 pouces de hauteur, à coulisses, de 3 pieds à 4 pieds & demi, sur un pied des côtés, à double grille de fer de *carillon*, pesera environ 220 livres, & coûtera, compris les roulettes & les pommes de cuivre, 150 livres.

359. POUR disposer, on commence par garnir le fond du *porte-feu* de morceaux de pelotes neuves & de quelques pelotes de la veille, entre-mêlées jus-

(a) Le fer de Nivernois, de Senonches au Perche, est très-doux ; celui de Roche est très-doux & très-fin, celui de Bourgogne l'est médiocrement ; le fer de Vibras, près Montmirail, au Mans, est aussi de bonne qualité, mais plus ferme ; le fer de Champagne, dont le grain est plus gros, est cassant ; celui de Normandie l'est encore davantage ;

les fers de Suede & d'Allemagne sont la plupart meilleurs ; le premier connu sous le nom de fer de *carillon*, qui n'a que 8 à 9 lignes en quarré, est très-bon & très-fort. Il revient à 11 sols la livre.

(b) Le poids de forge est de 40 livres par mille.

qu'à l'épaisseur de deux ou trois doigts; sur ce premier lit on place quelques morceaux de menu bois, auquel on met le feu; une allumette suffit pour cela: sinon quelques charbons & quelques coups de soufflet jusqu'à ce que le menu bois soit allumé, en font l'affaire; on recharge le porte-feu jusqu'au comble de pelotes neuves & de pelotes vieilles. Il serait à propos, & il sera indispensable pour les cuisines, d'entre-mêler le tout de bon charbon de terre pur (a), pour animer le feu & lui donner de la force: ces morceaux de charbon de terre se placent sur le devant du grillage. On surmonte ce dernier lit, selon le degré de force qu'on veut donner au feu, d'une ou trois rangées de pelotes entières & couchées en travers sur le côté, ce qui en comporte 4, 5 ou 6 en pyramide. Le tout se recouvre de pelotes restées du feu de la veille, réduites en braises, observant que dans cet entassement l'air & le feu puissent se faire jour bien librement. Si les pelotes viennent à se coller ensemble, ce qui arrive quelquefois, on les sépare avec une espèce de broche.

360. DANS tout cet arrangement, il faut observer avec grande attention de conserver par-tout beaucoup d'air, en évitant de trop entasser ce chauffage en morceaux. Lorsqu'on ne veut faire qu'un petit feu bourgeois, au lieu de mettre des pelotes entières sur le haut, on achève de surmonter le porte-feu de pelotes en morceaux, toujours recouvertes de pelotes restées de la veille. Quand il est allumé, on jette par-dessus, pour qu'il ne se consume pas trop vite, du poussier de ces pelotes, trempé avec un peu d'eau.

361. POUR ce qui est des caisses ou baquets destinés à garder, ou dans une anti-chambre, ou près de la cheminée, une provision de pelotes pour un ou plusieurs jours, il n'est pas nécessaire d'observer que ces caisses doivent être proportionnées à l'approvisionnement que l'on veut tenir près de soi; mais afin d'être plus sûr que le menu poussier qui se détache toujours des pelotes caillées ou entières, ne s'échappe point de la caisse, quelque bien jointes que puissent être les pièces qui la composent, il pourrait y avoir de l'avantage qu'elles fussent spalmées en-dedans & en-dehors avec du courroi. Le petit marteau à pointe pour casser les hochets, est toujours dans ce petit baquet.

362. LES poeles employés pour le chauffage, rentrent dans le genre des fourneaux; on se propose sur-tout par leur construction, 1°. de tenir un appartement échauffé avec peu de feu; 2°. de faire enforte que le charbon s'enflamme par degrés & s'y consume; 3°. de conduire la chaleur, ou l'air qui en est échauffé, par différentes circonvolutions qui le retiennent & le communiquent à celui de la chambre, au lieu d'être emporté dehors; 4°. enfin de conserver long-tems la chaleur & le feu à la matière échauffée.

(a) A Paris, charbon de la mine de Fims.

363. Des différentes manières imaginées pour répandre plus avantageusement dans tout un appartement la chaleur d'un feu peu considérable, en le renfermant dans un fourneau qui s'exhale par un tuyau, les poeles présentent plus aux recherches propres à varier ou à multiplier les avantages de ce chauffage; il n'est point d'endroit où l'on n'ait travaillé pour perfectionner ces fourneaux à l'infini (a), soit dans la construction ordinaire à laquelle on a conservé le nom de *poêles*, soit dans celle désignée par les Chinois sous le nom d'*étuves*, soit dans celle appelée à Philadelphie *chauffoirs*.

364. M. DEVILLE, dans son mémoire communiqué à la société royale de Lyon, prétend que les poeles où l'on brûle le charbon de terre, conservent assez long-tems leur chaleur après que le feu en est éteint, tandis que ceux chauffés avec le bois se refroidissent presque sur-le-champ.

365. A Liege on se sert rarement de houille pour les poeles, c'est toujours du bois qu'on y emploie : la houille maigre de Herstal serait très-propre à cet usage. D'après la pratique du marquis de Franchimont & du Limbourg, pour les feux de terroules & les feux de poeles, on reconnait que, si l'on veut échauffer un appartement avec un poêle, il ne faut point employer de houille grasse, ni par conséquent de pelotes ou briques destinées au chauffage dans les cheminées & formées de cette espèce de charbon; il en résulterait une chaleur trop forte, & en même tems le fourneau en souffrirait. Ces poeles doivent être munis de deux portes au-dessus l'une de l'autre, une pour la facilité de se débarrasser des cendres plus abondantes dans toutes les houilles maigres, & la seconde pour l'entretien & le service du feu : celle-ci peut être placée sur le derrière du poêle, c'est-à-dire, à l'opposé de l'autre ouverture; mais elle doit être commode par rapport à l'usage auquel elle est destinée; sans cela on ne pourrait ni arranger commodément les pelotes, ni en remettre facilement de nouvelles quand le besoin le demanderait.

366. Les détails dans lesquels nous sommes entrés à l'article des feux de terroules & des feux de poeles, donneraient à penser que les fourneaux d'une petite grandeur, comme il s'en voit quelquefois, ne paraissent pas pouvoir être échauffés avec ces pelotes, qui doivent toujours être arrangées de manière à former des pyramides : cependant les poeles les plus communs, à couvercle, peuvent également être d'un très-bon usage avec ce chauffage. Lorsqu'une fois les pelotes y ont été arrangées & allumées, toutes celles qu'on y jette ensuite, en levant le chapiteau, comme on ferait pour y re-

(a) Nouveau poêle ou fourneau très-économique, approuvé par la société royale de Berlin. *Gazette d'agriculture & du commerce*, &c. du samedi 31 août, ann. 1771,

page 553, n. 70. Poêle hydraulique, économique & de santé, approuvé par la faculté de médecine, en 1771. Voyez la description imprimée, chez Valade, 1772

mettre de nouveau bois, y prennent feu & s'y consomment sans avoir besoin d'aucune sorte d'arrangement. Dans le magasin établi à Paris pour ce chauffage en novembre 1770, on ne se servait que d'un poêle de cette espèce à couvercle, & l'on n'y a reconnu aucune différence d'incommodité pour son service; il est à propos sur-tout de faire attention que plus la houille dure, moins il faut ouvrir le poêle.

367. LE grillage qui s'adapte sur le sol des poêles, doit avoir un rebord sur le devant, si la porte est de côté, & il doit être élevé de quatre ou cinq doigts pour les cendres : on peut même se passer de grill; on croise quelques morceaux de bois sec les uns sur les autres; dès qu'ils commencent à brûler, on arrange les pelotes les unes sur les autres en les croisant, sans trop les serrer ni les éloigner, de manière que la flamme puisse se répandre par-tout.

368. IL est de ces charbons dont le feu dure communément 12 à 15 heures, sans qu'il soit besoin d'y toucher; on peut après ce tems les recouvrir avec du charbon de terre en poussier & mouillé; ils peuvent alors se continuer fix à sept heures de plus, ce qui arrive aux fortes terroules des environs de Liege, qui sont différentes de celles du Limbourg. Ce sont uniquement les braises de poêles dont on peut se servir pour les fourneaux de cuisine.

369. ON ne peut rien imaginer de plus commode & de plus ingénieux dans sa simplicité que les poêles en usage parmi les pauvres du Lyonnais, & qui servent à la fois pour cuire les nourritures & pour chauffer; ces poêles dont nous avons parlé, sont du fer fondu, & se tirent de la Bourgogne & de la Franche-Comté; il y en a de plus ou moins ornés, de différente grandeur & de différente forme. On leur affecte le plus communément la forme parallépipède & la forme cylindrique; cette dernière est la meilleure; la figure 2 de la pl. XXXVIII représente un de ces poêles composé de trois pièces, le pourtour, la grille, & le couvercle. Ces poêles sont montés sur des pièces de quatre à cinq pouces de haut, à la faveur desquelles on place un cendrier sous la grille. Ceux où il entre le moins de pièces, sont préférables aux autres, parce qu'ils sont plus exactement clos.

370. UN physicien Allemand (a) a publié la description d'un poêle ou d'un fourneau très-simple, qui, dans sa construction particulière, réunit les avantages de ne point donner de fumée, d'augmenter la chaleur, d'échauffer en peu de tems & à bon marché : en voici la description.

371. LE tuyau est courbé dans ses deux parties en A & en B, plus large

(a) Herman. Frid. Teichmeyer *elementa philosophiæ naturalis & experimentalis*. Jena, 1733, page 48. *Structura furni, fumo non molesti, & magnum calorem brevi tempore, paucissimisque sumptibus calefacientis.*

en A, où est un gril pour porter le chauffage, plus étroit en B; l'air passant davantage dans le tuyau plus large & plus court A, que dans le tuyau plus étroit & plus long B, la flamme ne tend point en A, mais en B: par cette raison l'on sent du froid en A, & au contraire la chaleur est vive en B, mais sans fumée: l'air pressant toute la fumée, & la flamme descendant au lieu de monter, les parties de la fumée sont plus divisées & atténuées; elles sont converties en feu: de manière qu'une grande chambre s'échauffe en peu de tems & à bon marché par cette fumée, sans aucune incommodité de sa part, & sans inconvénient pour la santé.

372. M. de Puisieux (a) a communiqué la description & le dessin d'un fourneau très-ingénieusement imaginé par M. Lewis, de la société royale de Londres, & qui peut servir de poêle ordinaire: on en prendra l'idée par la figure qui représente la coupe intérieure de ce fourneau, posé sur un trépied de fer, avec un plateau aussi de fer pour recevoir les cendres.

373. Ce fourneau, de forme elliptique, peut être distingué en deux parties, celle qui forme le fond ou la partie la plus basse, qui est le foyer, muni de sa petite grille; la porte ne peut se voir dans cette coupe, elle doit être ouverte afin de laisser entrer l'air; la partie supérieure du fourneau en cône renversé, est chargée dans son grand axe, de pelotes neuves & de pelotes faites avec des cendres, de forme ronde les unes & les autres, & soutenues sur une grille; par cet arrangement, il y a toujours des vuides entre toutes les pelotes. Un tuyau de fer inséré latéralement dans la plus grande partie du dôme, relevé de 8 ou 10 pouces dans l'autre bout, communique avec la cheminée de la chambre. Le fourneau chargé de pelotes entretiendra une chaleur modérée & à peu près égale pendant plusieurs heures; les pelotes y brûleront lentement: on peut y remettre au besoin de nouvelles pelotes par la porte qui est au-dessus de la grille. L'obstacle que les boules apporteront au mouvement de l'air à travers le fourneau, en rendra la consommation très-lente; on peut encore la ralentir à volonté, en bouchant une partie de l'ouverture qui donne entrée à l'air, ou l'ouverture du tuyau qui va dans la cheminée; mais cette dernière ne doit, pour plus grand succès, être fermée que lorsqu'il n'y aura plus d'exhalaison.

374. Les poêles ouverts, dont on fait usage en Pensylvanie, & imités en Angleterre, sont extrêmement avantageux, en ce qu'ils obviennent aux inconvénients des feux de charbon allumés à découvert dans des endroits clos, que de plus on y brûle moins de combustible, qu'ils empêchent en même tems la fumée, & rendent les cheminées moins sujettes à se remplir de suie, soit parce qu'on y brûle moins de combustible. Cette manière se rap-

(a) *Expériences physiques & chimiques sur plusieurs matières relatives au commerce & aux arts.* Paris, 1768, tome 1, pag. 26, 68.

porte à quelques égards aux cheminées en oeil de bœuf, que nous avons décrites, & elle se trouve détaillée dans un ouvrage qui doit être entre les mains de tout physicien. (a)

Description de différentes especes de kangs, fourneaux ou étuves chinoises, pour chauffer les appartemens avec le charbon de terre, ou autre combustible: par le P. Grammont, missionnaire à Canton. (b)

375. LE kang est une espece d'étuve chauffée par le moyen d'un fourneau qui y répand toute sa chaleur. Il y a en Europe bien des étuves, poeles & fourneaux, qui ressemblent en quelque chose au kang; mais les Chinois paraissent avoir trouvé le moyen de réunir dans leur étuve tous les avantages connus aux autres. Il y en a de plusieurs especes, savoir, le *ti-kang* ou le kang pavé ou carrelé, le *kao-kang* ou kang dans lequel on se tient assis, & le *tong-kang* ou le kang à cheminée, construits tous trois sur les mêmes principes, & composés d'autant de parties, savoir : 1°. Un fourneau. 2°. Un tuyau pour la chaleur. 3°. Une chambre ou étuve carrelée en briques. 4°. Deux conduits pour la fumée.

376. IL suffira donc de s'en tenir ici à la description du *kao-kang*, dont on a pris le modele *pl. XXXIX*, où l'on voit, *fig. 2*, la coupe & le profil de tout le fourneau chinois; *fig. 3*, le fourneau détaché, vu par-derriere & en-deffous; *fig. 4*, une vue supérieure de la cave, servant de cendrier, sur lequel s'adapte le fourneau; & *fig. 5*, l'entrée de la flamme & de la chaleur dans l'étuve ou fourneau.

277. LE fourneau est proportionné à la grandeur de la chambre ou étuve qu'il doit chauffer. A est le trou pour la cendre; B, la cave; C, le fourneau; D, l'ouverture ou la bouche qui conduit la flamme & la chaleur dans l'appartement; E est le conducteur ou canal de la chaleur; F commence à l'embouchure du fourneau D, & forme un canal qui tombe en angle droit sur un autre, qui passe entièrement d'un bout à l'autre au milieu de la piece sous le sol, & ce dernier canal est pourvu de trous à vent G, pratiqués çà & là; le sol ou plancher de la chambre est construit en briques H, qui étant supportées aux quatre bords par de petits piliers solides I, laissent un petit espace vuide entre elles & le pavé inférieur, où la chaleur reste enfermée,

(a) Nouveaux chauffoirs économiques de Penfylvanie pour y brûler du charbon de terre: imprimé à Philadelphie en 1745, inséré dans le second volume des ouvrages de M. Franklin, page 81.

(b) Envoyée le 22 octobre 1769 au

docteur Maty, secretaire de la société royale de Londres, par M. Etienne de Vilme; & insérée dans le volume LXI des *Transactions philosophiques*, pour l'année 1771, part. I, page 59.

& chauffent le parquet H; les conduits de la fumée font aux deux extrémités de la chambre, avec une petite ouverture M au-dessus de l'étuve & une autre en-dehors N.

378. RIEN n'est plus simple que l'effet résultant de l'assemblage de toutes ces parties. La chaleur du fourneau D, chassée par l'air extérieur & attirée par l'air raréfié de l'étuve H, perce à travers l'ouverture, monte dans le conducteur E, se répand dans l'étuve par le moyen des trous à vent G, échauffe le parquet en carrelage, & en conséquence tout l'appartement; la fumée qui a un passage libre, s'échappe par les canaux L.

379. CETTE courte description, suffisante pour l'intelligence du modèle, demande maintenant à être éclaircie elle-même par le détail de ce qui a rapport à la construction variée du kang. Le fourneau peut se placer, ou dans l'appartement même, ou dans une chambre voisine, ou en-dehors. Les pauvres qui se servent plus volontiers de l'étuve dans laquelle on se tient assis pendant le jour, & couché pendant la nuit, placent le fourneau D dans la chambre même (a); les gens aisés le mettent dans la chambre voisine; les riches l'ont en-dehors, & assez communément dans le côté du mur qui regarde le nord. Ce fourneau doit être placé beaucoup au-dessous du niveau de l'étuve H, afin de faire monter la chaleur & la flamme avec d'autant plus d'impétuosité dans le conducteur D, & de ne pas faire monter la cendre: ce fourneau a la forme d'un cône un peu voûté, afin que l'activité de la flamme & de la chaleur se répande dans la totalité de l'étuve, & qu'elles ne s'échappent pas quand on vient à découvrir l'ouverture qui est au sommet. Dans la partie basse du fourneau l'on a soin de ménager un espace séparé uniquement par des planches qui ne sont point à demeure; elles s'enlèvent quand on veut descendre dans ce petit caveau, pour débarrasser la cendre. L'ouverture du fourneau C est étroite, & la partie inférieure du conducteur D s'élève en droiture dans les étuves H. Le conducteur doit être entouré bien étroitement de tous côtés d'une maçonnerie de brique, & bien cimenté avec un mortier fait avec de la chaux vive: celui dont les Chinois se servent, est fait avec une partie de chaux blanche & deux parties de chaux noirc (b). La base ou le plancher de l'étuve H, peut être fait en terre-glaise

(a) Les Chinois emploient, pour se chauffer, toutes sortes de combustibles; la plus grande partie du peuple brûle du charbon de terre; les pauvres de la campagne brûlent du genêt, de la paille, des bouzes de vache, &c.

(b) Cette chaux noire, dont le P. Grammont a envoyé un échantillon avec la description, se trouve, à ce qu'il dit, à l'en-

trée des mines de charbon de terre, & ne lui paraît autre chose que des charbons dissous par l'eau de pluie; il assure en même temps que cette substance mêlée avec de la chaux blanche, forme le plus excellent mortier, & ressemble très-fort au ciment; il résiste au soleil & à la pluie: on s'en sert pour couvrir & garantir tout ce qui est exposé à l'air.

battue,

battue, ou, ce qui vaut beaucoup mieux, fait de briques couchées sur le bord, ou de tuiles larges à pavés. Les canaux conducteurs de la fumée L doivent être faits avec grand soin; quelques-uns les construisent de manière qu'ils se terminent en petites cheminées, par lesquelles la fumée va sortir au-dessus du toit. Dans le modele, l'ouverture M N de ces canaux donne dans la chambre; & c'est ainsi qu'on les trouve chez les pauvres de la ville: mais dans les campagnes & chez les personnes aisées, ils sont en-dehors.

380. IL est essentiel que les petits piliers I qui supportent les briques du grand quarré du plancher H, soient très-solides, & que les briques soient bien épaisses & parfaitement quarrées: les Chinois les lient avec une espece de ciment fait avec de la *chaux noire* & blanche, mêlée avec du *tong-yeou*, qui est une espece de vernis (a); nous présumons que l'huile de noix ou de lin bouillie rendrait le même service.

381. Dès que le kang est achevé, on allume du feu dans le fourneau C, pour le rendre ferme & égal; il faut aussi l'examiner soigneusement, afin de boucher tous les trous par lesquels la fumée pourrait s'échapper. Les riches, qui veulent rendre leur kang plus propre & en modérer la chaleur, enduisent d'huile les briques du plancher H, & allument du feu pour faire pénétrer davantage l'huile & mieux sécher les briques. Cette huile est encore le *tong-yeou*, auquel on pourrait suppléer, comme nous l'avons dit.

382. LE *ti-kang* ou *kang pavé*, est fait comme le *kao-kang*, ou étuve dans laquelle on se tient assis, dont on vient de donner la description. Les seules différences consistent, 1°. dans le tuyau de la chaleur D, lequel s'élève de la bouche du fourneau C, & s'étend vers l'extrémité opposée de l'appartement. 2°. Ce tuyau ne communique point avec un second, comme dans le modele. 3°. Les trous à vent G, qui conduisent la chaleur dans l'étuve, sont tous très-étroits près le fourneau, & s'élargissent du côté de l'étuve. 4°. Les conduits de la fumée L aboutissent tous au-dehors, ou à de petites cheminées. 5°. Dans le palais de l'empereur, l'étuve est couverte de deux rangs de briques, pour contenir la fumée & tempérer la chaleur.

383. NOTEZ que dans les appartemens du palais de l'empereur, où l'on ne brûle que du bois, ou bien une espece de charbon qui n'a ni fumée ni odeur, & qui brûle comme de l'amidon, les briques ont deux pieds en quarré, & quatre pouces d'épaisseur; elles coûtent près de cent couronnes (b) la piece. Leur beauté, leur qualité, leur dureté sont telles, qu'on ne saurait s'imaginer rien de semblable en Europe; elles sont de couleur grise, ce qui provient de la manière usitée en Chine pour cuire les briques & les tuiles, laquelle approche plus de la manière des anciens que de la nôtre. Quand ces briques

(a) Espece d'huile qui s'applique sur le *tsi*, ou vernis, quand il est bien sec.

(b) Six cents livres.

sont peintes & vernies, elles paraissent aussi fines que le marbre.

384. LA théorie des étuves à cheminées & des kangs est la même; elles diffèrent uniquement des étuves pavées par leur position perpendiculaire.

385. LE kang s'échauffe en allumant du feu dans le fourneau C; la fumée & même la flamme passent avec violence dans le tuyau D, & s'étendent dans toute l'étuve par le moyen des trous à vent G. Ainsi renfermées, les briques du plancher s'échauffent en cinq ou six heures; & quand un kang est entièrement échauffé, il faut très-peu de feu pour l'entretenir dans cet état. Quoique pendant tout l'hiver le thermomètre soit à 9, 10, même à 12, 13 degrés au-dessous du point de congélation, quoique tous les appartemens soient à rez-de-chauffée, & qu'ils n'aient à toute la façade, communément tournée vers le sud, que de simples fenêtres même de papier, la chaleur du kang suffit pour conserver la température à 7 ou 8 degrés au-dessus de la congélation, en y entretenant un feu très-modique. Dans les appartemens de l'empereur, rarement la chaleur est portée au-dessus de 4 à 5 degrés, à cause du double rang de briques; mais la chaleur en est très-agréable & très-pénétrante. (a)

Du charbon de terre apprêté pour mitiger sa fumée, réprimer son odeur au feu, & pour donner un chauffage économique, en retardant sa consommation, augmentant sa durée, &c.

386. Je crois pouvoir distinguer par un nom particulier le charbon de terre qui, au lieu d'être brûlé pur, ou, pour s'exprimer plus correctement, tel qu'il sort de la mine, reçoit préalablement un apprêt avec des terres grasses: cet apprêt ne consiste pas uniquement dans une impastation de quantité & d'espece arbitraires de charbon de terre avec toute quantité & toute espece d'argille; il suffit, pour s'en convaincre, de se rappeler & d'examiner par comparaison ce même apprêt, aux endroits où nous l'avons décrit. À Liege, la proportion ordinaire est d'un huitième ou d'un dixième d'argille sur une charrée de houille; si c'est une houille maigre, on met jusqu'à douze parties de *deix*: à la terroule ordinaire, qui peut être regardée comme une espece de houille faible, c'est

(a) Quoique la position de Pékin, qui est la résidence de l'empereur, soit d'environ neuf degrés plus méridionale que celle de Paris, le climat de cette grande ville de la Chine est très-différent du nôtre: le froid y est souvent beaucoup plus grand, & en général plus constant qu'à Paris; les vents y sont aussi plus fréquens & plus considé-

rables: six années d'observations météorologiques, faites dans cette ville par le P. Amiot, jésuite, constatent ces renseignemens d'une manière certaine; elles ont été mises en ordre par M. Melfier, de l'académie des sciences, & publiées dans le sixième volume des Savans étrangers, page 519.

une fixieme partie d'argille; à la terroule forte, c'est une partie de *deux* sur cinq mesures de cette terroule, & une partie de fougaye. A Aix-la-Chapelle, pour les charbons de l'espece qu'on y appelle *clutte*, la proportion est de cinq parties de clutte, & de deux parties d'argille.

387. A Mons, c'est deux livres de charbon (pour quelques-uns) sur deux tiers d'argille qui se trouve dans le pays. Suivant une note fournie à M. de la Lande, de l'académie des sciences, & qui a bien voulu, à ma priere, prendre aussi des renseignemens sur ce point dans la même ville de Mons, on estime que de la quantité de charbon que contient une voiture (a), qui ensuite est passée au crible pour être pètrie avec de l'argille délayée (b), il résulte environ 700 livres de charbon menu avec 175 ou un cinquieme d'argille, donnant à peu près 875 livres, mis, après avoir été piétinés, en boulettes de deux livres & demie, de six pouces de longueur sur trois de largeur, & deux & demi de hauteur, de deux livres & demie de poids chacune.

388. DANS une cheminée ordinaire on brûle environ dix de ces briques par jour, ce qui fait vingt livres de charbon pur, & vingt-cinq livres en pelotes ou hochets. (c)

389. LE *mouy*, dont se servent les Chinois, n'est autre chose que leur charbon de terre pilé, & réduit en molécules, comme du gros sable, mêlé ensuite avec un tiers, même avec parties égales de bonne terre-glaïse jaune.

390. DES pelotes fabriquées par M. Venel, d'après la méthode qu'a publiée M. Carrey, se sont trouvées contenir, après la parfaite dessication, à peu près parties égales de glaïse & de houille. (d)

391. IL est clair par ces seules différences de proportions de charbons & de pâtes, que la description du procédé donné par M. Carrey, & imprimé au Louvre, est plus qu'insuffisante; il n'est pas moins évident encore que les offres annoncées dans ce même tems pour voir à l'école vétérinaire d'Alfort, près Charenton, de ces sortes de briques, & les ustensiles nécessaires à leur manipulation (e), n'étaient point propres à éclairer sur cette pratique, toute grossière qu'elle est; on voit enfin que l'indication d'un ouvrier Flamand très-expert dans cette fabrication, pour la montrer au plus simple ouvrier en deux heures de tems,

(a) De six muids, pesant environ 4800 livres du pays, qui font à peu près égales aux livres poids de marc.

(b) A la quantité d'un cuveau & demi chacun de deux pieds de diametre, sur dix pouces de hauteur, ou 4530 pouces cubes, ce qui fait 10 boisseaux de Paris.

(c) Les personnes qui achètent ces briques toutes faites, paient 4 escalins par muid de charbon, & un escalin, tant pour la

terre que pour la façon.

(d) Section IV, chapitre IV, partie I, page 108. Des pelotes ou briques. Il n'est point dit quelle nature de charbon avait été employée, ni si ces pelotes ont bien réussi au feu.

(e) Gazette d'agriculture, commerce, arts & finances, ann. 1770, du mardi 12 septembre, n. 73, page 661, article de Paris du 9 septembre.

A a a a ij

n'était point réfléchie, & péchait par défaut d'une vraie connaissance de la chose.

392. CET amalgame, qui fait le mérite de ces pelotes, & qui peut en altérer aussi la bonne qualité, est en proportion de la qualité du charbon. Selon qu'il est plus ou moins gros, plus ou moins fin, plus ou moins sec, il est plus ou moins facile à s'amalgamer avec les argilles : le gros charbon est plus difficile à s'empâter, & le charbon fin est essentiellement celui qui demande moins de terre. (a)

393. M. Venel s'est occupé d'expériences utiles pour tâcher d'enrichir ces gâteaux de différentes matières qui lui avaient d'abord semblé pouvoir fournir à la houille une addition de combustible, comme de marc de raisin, de tan, & sur-tout de marc d'olives ; mais on juge bien, & M. Venel l'a eu bientôt reconnu, que ces mélanges se consumaient promptement & beaucoup plus que le fraïsil de houille, ne produisent plus alors d'effet. (b) J'aurais désiré que M. Venel eût eu plus de tems à lui, pour multiplier des recherches qu'il était bien capable de suivre. La partie de la mer Méditerranée qui borne d'un côté la Provence, à laquelle ce savant faisait honneur, fournissait entre autres la facilité de vérifier une propriété de l'algue-marine très-abondante sur-tout sur les côtes du Languedoc.

394. LE docteur Beal, *Collect. acad.* tome II, page 76, assure, d'après plusieurs de ses confrères du college de Cambridge, que rien n'est comparable à cette plante pour remédier au froid, & qu'elle dure autant que deux feux de houille (c). Les personnes qui habitent sur les côtes de la mer, où il croît des algues-marines, pourraient en conséquence essayer de composer des pe-

(a) Le nom de charbon fin mérite d'être apprécié ici, pour ne pas être confondu avec ce qu'on peut ou qu'on doit appeler *poussier*, & qu'on nomme quelquefois *fraïsil*. Dans les pays où l'on passe au crible ou à la claie de la houille qui se vend pour être formée en pelotes ou briques, la partie de houille triée par l'une ou par l'autre opération, est du charbon menu, & n'est pas précisément du *fraïsil* ; ce serait une mal-à-propos que de mettre en hochets du charbon fin en poussier ou fraïsil. M. Venel, qui ne connaît point cette préparation, a pris une fautive idée de ce criblage, & est tombé dans cette méprise en adoptant comme moyen d'économie, la fabrication du *fraïsil* en hochets, pour rendre ce *poussier* propre à être employé dans les foyers domestiques, avec au-

tant d'avantage que les gros morceaux : p. 192. Cette prétention est absolument contraire à l'expérience : le fraïsil seul ne serait propre à être mis en forme de cette manière, que pour contribuer à entretenir le feu avec une certaine économie, ainsi qu'il se pratique à Saint-Chaumont en Lyonnais, & c'est où M. Venel aura pris son idée : dans cet endroit, on fait avec la cendre du feu, & quelque peu de menu charbon, une pâte mêlée avec un peu d'eau, dont on couvre le feu quand il est bien allumé, & qui s'embrase elle-même après avoir beaucoup fumé.

(b) Chapitre IV, section V, page 112. Gâteaux ou mottes de marc d'olive, de marc de raisin, de tan, avec du fraïsil de houille.

(c) *Transactions philosophiques*, ann. 1666, n. 21, art. IX.

lotes ou gâteaux avec cette plante & du charbon de terre ou de la tourbe qui se trouve aussi près de Toulouse.

395. Si dans les différens endroits qui viennent d'être rappelés, & dans plusieurs autres, l'apprêt du charbon de terre avec des argilles est pratiqué constamment, il est à préférer qu'on reconnait à cette façon quelques avantages particuliers; il est permis d'en être le panégyriste.

396. EN ne proposant point aux personnes accoutumées au feu de bois de se modeler sur les habitans de Londres, de S. Etienne en Forez, qui emploient sans crainte le charbon de terre *brut*, on a cru être fondé en raisons. Dans la manière simple & toute naturelle de se servir de la houille non apprêtée, le tas ou l'amas de houille qu'on allume, donne au premier moment, & tout le tems qu'elle brûle, jusqu'à ce qu'elle soit réduite en krahais ou braises, une masse de fumée, une somme de vapeurs proportionnée essentiellement à la qualité & à la quantité de matière qui est en feu; & connaît-on quelque chauffage qui ne donne pas de fumée avant de s'enflammer?

397. LA méthode usitée à Liege & ailleurs, pour employer aux mêmes usages la même matière intimement liée avec des terres argilleuses, présente dans la marche progressive de l'embrasement & de la combustion une différence remarquable de phénomènes.

398. L'ACTION du feu sur ce mélange des parties d'argille & de houille, ne se fait qu'au fur & à mesure; ces dernières ne commencent à être attaquées que lorsque la terre grasse perdant son humidité, s'échauffant & se desséchant peu à peu, communique de proche en proche sa chaleur aux molécules de houille qu'elle enveloppe; la graisse, l'huile ou le bitume qui y est incorporé, se cuit par degrés au point de s'étendre aussi de proche en proche à ces molécules d'argille, & de venir à la surface de la pelote, d'où elle découle quelquefois en pleurs, en gouttes. La masse d'air subtil qui n'a pas un libre essor, se dégage en même tems, s'échappe peu à peu: les vapeurs sulfureuses, bitumineuses, odorifères, ou même mal-faisantes, qu'on voudra y supposer, ne pouvant point se dissiper ensemble & former un volume, s'en séparent & s'évaporent insensiblement.

399. DANS cette espèce de corollaire, on entrevoit deux propriétés distinctes qui appartiennent à la façon donnée au charbon de terre, 1^o. une économie sur la matière même, 2^o. une sorte de correctif des vapeurs de houille. Le premier effet résultant de cette impastation paraît sensible, puisque le feu n'a point une prise absolue sur le combustible soumis à son action; l'argille ajoutée au charbon arrête la combustion, retient, tant qu'elle ne se consume pas, une portion de houille: de manière que cet amalgame, en ne résistant point trop au feu, y résiste assez pour que la houille ne s'en sépare point avant d'être consumée; la destruction du charbon par le feu est ralentie; en conséquence il s'en consomme nécessairement une moindre quantité dans

un même espace de tems, que si le charbon recevait à nu l'action de la flamme.

400. La houille brûle seule, lorsqu'elle est parvenue au degré de combustion qui la réduit en krahais, s'éteint, à moins que le feu ne soit entretenu par une matière neuve; ces braises restantes sont toujours en assez grande quantité. La même chose s'observe dans le chauffage avec du charbon apprêté; mais je crois, sans pouvoir cependant l'affurer, que ce produit de braisons est plus abondant, ce qui confirme l'économie de ce chauffage; il reste toujours pour le second feu près de la moitié ou le tiers de ce qui composait la charge de la grille; à moins qu'on n'ait souvent ajouté au feu des morceaux de charbon brut, qui ont accéléré la réduction des krahais en cendres.

401. LES rédacteurs de l'Encyclopédie ne font point difficulté d'avancer que ces pelotes donnent une chaleur douce, durable, mais plus durable & plus ardente que celle du charbon de terre seul.

402. LES Chinois ne trouvent pas seulement que leur mouy, ou pelotes de houille, donne une chaleur beaucoup plus forte que le bois, & qui coûte infiniment moins: outre l'avantage qu'ils y trouvent de ménager leur bois, ils prétendent encore par cet apprêt se garantir de l'incommodité de l'odeur.

403. PLUSIEURS auteurs physiciens sont du même sentiment. M. Zimmerman (a) donne cette préparation comme un moyen de brûler le charbon de terre sans défragement & sans danger. M. Scheutzer, dans son *Voyage des Alpes* (b), que M. Venel cite à l'article de l'analyse de la houille, pense de même. L'opinion des commissaires nommés par l'académie des sciences, est aussi positive sur ce point. M. Venel n'est pas de cet avis, ni sur l'économie de ce chauffage, ni sur la modification des exhalaïsons par l'addition de terres argilleuses. En tout, cet auteur regarde uniquement cette méthode "comme
» favorable pour déguiser une matière réputée incommode, & pour tromper
» les dédains d'habitans d'une grande ville, en leur annonçant des corrections & des apprêts. „ L'auteur d'un journal (de Bouillon, autant que je puisse me le rappeler) a prétendu avant M. Venel, que ces préparations n'étaient rien moins qu'utiles, & que l'établissement qui a eu lieu à Paris, n'avait pu prendre.

404. L'IDÉE que je me suis formée des avantages de l'impastation du charbon de terre avec des argilles, soit pour rendre son chauffage plus économique que si ce fossile était employé brut, soit pour corriger sa fumée, son odeur (c), est donc conforme au sentiment du plus grand nombre des personnes qui

(a) Journal économique, avril 1751.

(b) *Carbonum fossilium frusta grossa impastavi cum luto, experturus usum in furnis chymicis & sub camino, qui ex voto*

succedit, & fetidum carbonum ipsorum odorem non parum temperat.

(c) Que M. Venel qualifie aromatique, chap. I, part. I, page 5.

ont examiné ce point. Je n'ai cherché, dans la comparaison rapprochée d'un feu de houille brut & d'un feu de houille apprêtée, qu'à rendre sensible ou probable l'effet que produit sur une même quantité de houille, l'amalgame argilleux proportionné en quantité & en qualité à la nature du charbon. Je pourrais me contenter d'opposer à M. Venel les suffrages que je viens de citer, & rester attaché à mon opinion personnelle; mais je n'y tiens pas plus qu'à celle que j'ai cru pouvoir avancer sur la propriété des cendres d'un feu de charbon de terre, de retenir toujours du combustible, & d'être par-là toujours avantageuses dans le feu. C'est précisément parce que cette idée sur cet objet ne m'est point particulière, que je me crois encore plus permis de la défendre & de la sauver du reproche tacite de n'être qu'une induction tirée sans réflexion de l'usage suivi de tems immémorial dans plusieurs pays; & en effet, si cette impatience n'avait aucun des avantages que l'on s'en promet, il serait très-inutile de prendre cet embarras pour soi. Quant aux personnes qui auraient à acheter de ces briques ou pelotes toutes faites, ce ne serait qu'un renchérissement de la chose. Pour discuter cet article avec une certaine attention, je n'ai plus, après ce que j'en ai déjà dit, qu'à rendre fidèlement ici & à peser sans prévention ce qu'avance M. Venel. Le lecteur jugera si je puis prendre le ton affirmatif.

405. " ON a, dit-il, attribué à ces pelotes (a) beaucoup de propriétés particulières. On a prétendu nommément que la glaïse opérait une espèce de correction de la houille, & que le mélange intime de ces deux corps prévenait l'incommodité de la fumée, & les autres inconvénients les plus graves de la houille brûlée. On a cru encore, que l'usage de ce fossile, sous forme de pelotes, était beaucoup plus économique que celui de la houille brute ou neuve. " M. Venel prétend que ses recherches & ses expériences sont absolument contraires à ces prétentions; il a trouvé " que la houille brute mérite tous les éloges qu'on a donnés depuis quelque tems aux pelotes de houille, qu'on avait encore nommées *houille apprêtée*, & que cette dernière n'était pas même plus économique que la première; enfin, que tous les avantages des pelotes de houille sur la houille brute se bornaient peut-être à tirer un meilleur parti du fraïsil, à dispenser de remuer, de fourgonner le feu, & peut-être enfin à se moins noircir les doigts en maniant ces pelotes, qu'en maniant la houille brute. "

406. M. Venel avance " que les hochets ne lui ont jamais paru produire un plus grand effet dans le feu, que celui qui est proportionnel à la quantité de houille qu'ils contenaient: des hochets formés avec parties égales de fraïsil de houille & de glaïse, n'ont produit dans un fourneau

(a) Des pelotes, briques ou boulets, sect. IV, chap. IV, part. I, page 108.

„ à chaudière un effet égal à celui de la houille neuve, que lorsqu'on les
 „ a employés en une quantité double de celle de la houille brute. Il a fallu,
 „ par exemple, quarante livres de pelotes, pour produire le même effet que
 „ vingt livres de houille brute. „

407. Ce savant conclut “ qu'on n'a qu'une vaine opinion de l'effet de
 „ la terre dans cette préparation ; il ajoute qu'on a trop compté sur la cha-
 „ leur qu'elle retenait après l'entière extinction de la houille, avec laquelle
 „ elle avait été intimement mêlée pendant la combustion. Il pourra bien se
 „ faire, dit-il, que dans le chauffage cette terre qui s'est réellement très-
 „ échauffée, tandis que le feu a duré, pourra répandre un reste de chaleur
 „ plus considérable que celui qu'auraient retenu & répandu les escarbilles,
 „ & les cendres qui auraient resté à nu dans le foyer ; mais cette source de
 „ chaleur doit être bien faible, & encore un coup, elle a paru sans effet dans
 „ nos expériences les plus exactes. „

408. QUANT à l'économie résultante de la terre ajoutée au charbon, dans
 l'apprêt à la liégeoise, à la flamande, à la chinoise, pour peu qu'elle fût dou-
 teuse, il vaudrait mieux négliger cette préparation ; le raisonnement employé
 par M. Venel, pour en prononcer l'exclusion, serait sans réplique ; il est sim-
 ple : le voici mot pour mot.

409. “ LE nom de *chauffage économique* appartient uniquement au feu de
 „ houille brute, & non pas au feu de pelotes : les pelotes sont le produit
 „ d'un art. Or, les opérations quelconques des arts se paient ; quelqu'un
 „ gagne à faire des pelotes. Le prix de ce labeur est à la charge du consom-
 „ mateur : donc les pelotes fournissent sous ce rapport un chauffage moins
 „ économique que la houille brute, qui n'exige point une préparation, &
 „ par conséquent une dépense préliminaire. „

410. CET argument, malgré la forme syllogistique dans laquelle il est pré-
 senté, n'en est pas plus concluant. M. Venel n'y spécifie que les pelotes faites
 par un journalier, qui en emporte salaire pour son travail, pour la pâte
 qu'il a fournie, ou les pelotes fabriquées par des entrepreneurs en société,
 dont les opérations en grand sont certainement encore plus dispendieuses ;
 mais cela ne résout point la question première : l'apprêt fait par le particu-
 lier lui-même, auquel il n'en coûte rien en conséquence que son tems, ajoute-
 t-il ou n'ajoute-t-il pas aux pelotes le bénéfice d'économie dont il s'agit ? Les
 recherches & les expériences qu'a faites M. Venel pour s'assurer de l'un ou de
 l'autre, sont toutes contraires à l'affirmative. Ce savant prend parti pour la
 négative : quelles sont ces recherches, ces expériences ? Les pelotes exécu-
 tées par M. Venel selon la méthode de M. Carrey, contenaient environ parties
 égales de terre & de houille : en suivant M. Venel dans tout cet article
 de son ouvrage, les hochets qu'il composait, étaient de fraîsil ou de pouffier.

Nous

Nous avons toujours cru reconnaître que les espèces employées par M. Venel, étaient des houilles maigres ; & alors partie égale de pâte appauvrit encore le chauffage qui en résulte à plus forte raison dans les hochets fabriqués par M. Venel, composés de fraïsil ou de poussier de houille de cette nature. Je n'ai pas de peine à croire ce qui a été remarqué par M. Venel : une fabrication aussi peu conforme aux principes que nous avons établis, & qui sont fondés autant sur l'expérience que sur une vraie connaissance du charbon de terre, n'a pu produire un chauffage économique. Ce n'est point du tout du fraïsil, ou du poussier de charbon, mais du charbon menu, qui peut être employé avec avantage à faire des briques ou pelotes ; & en cela le procédé liégeois, à la faveur duquel il se fait un triage de menu charbon, est supérieur à l'usage du crible, à moins que les clayons ou séparations de cet ustensile, lorsqu'on s'en sert, soient assez & point trop écartés les uns des autres.

411. M. Venel convient expressément que “ les pelotes de grosseur ordinaire, entières, pesant environ quatre livres, sont encore plus difficiles à allumer que les morceaux de houille pure de parçille grosseur. (a) ” La combustion est donc ralentie au moins dans ce moment, & vraisemblablement tout le tems que la pelote dure au feu : donc il y a incontestablement économie. Cette conséquence nécessaire a échappé à M. Venel ; ce savant remarque même, à l'occasion d'essais qu'il a tentés avec des mottes de marc d'olive, de marc de raisin, de tan, avec du poussier de houille, “ que les pelotes sont plus avantageuses, parce qu'elles gardent leur forme & leur consistance dans le feu pendant toute sa durée, & même après l'extinction. ” (b) N'est-ce pas encore laisser à entendre ce que nous prétendons, que ces pelotes donnent un chauffage économique ? Le particulier qui fabriquera lui-même son charbon, y trouvera certainement son compte. Il ne reste qu'à examiner si l'économie est assez marquée pour que le moyen qui la produit ne soit pas onéreux à celui qui en paie la façon. Cette appréciation, pour être faite au juste, demande à être cherchée dans les pays où l'usage des briques est adopté, où on a les mines à sa portée, où les mains-d'œuvre ne haussent pas trop le prix de la chose fabriquée. A cet égard on peut juger, par ce qu'il en coûte à Mons, si cette augmentation du prix des briques mérite une attention bien rigoureuse : l'argumentation de M. Venel ne sera valable par conséquent que dans les grandes villes, où ces avantages ne se trouveront point, ou bien dans une entreprise en grand par une compagnie. Mais cet inconvénient local ne détruit pas le point de fait ; & le principe mis en-avant par

(a) Chap. I, part. II. *Manière commune d'allumer & de gouverner les feux de houille*, page 209.

(b) Section V, chap. IV, part. I, page 111.

M. Venel, & sur lequel il paraît avoir un peu compté dans sa manière de raisonner, est avoué de tout le monde : " pour les matières de première „ nécessité, passons - nous d'apprêt autant qu'il est possible. „ (a) Mais ce principe ne devient point applicable ici, je n'ai par conséquent pas besoin de m'arrêter à le discuter, ni comme vrai, ni comme faux.

412. LA seconde propriété qui semble particulière au charbon de terre apprêté, n'est pas moins essentielle; elle intéresse sur - tout les personnes qui auraient de la peine à se déclarer en faveur du chauffage de houille : nous prouverons ailleurs qu'il n'a rien de préjudiciable à la santé; mais dans la supposition que parmi les charbons dont on se servirait, il s'en trouvât qui eussent été pris sans choix; que quelques-uns fussent unis à des parties décidément sulfureuses, vitrioliques, même arsénicales (ce qui n'est pas connu) ou de toutes autres capables de nuire; qu'enfin on employât des houilles qui donnent beaucoup de fumée, beaucoup d'odeur : les argilles qui entrent dans l'apprêt que nous discutons ici, deviennent pendant le tems de la combustion de la houille, une espèce de correctif qui met un frein aux différentes évaporations qu'on pourrait reprocher au feu de houille brute.

413. SUR ce point, M. Venel est encore contraire, je ne dis pas à mon avis, mais au jugement qu'en ont porté d'autres que moi, & à l'opinion reçue dans les pays où cet apprêt est usité : ce savant aurait dû au moins motiver sa réclamation. Il a jugé à propos de s'en tenir sèchement à la négative. (b) Je pourrais n'avoir besoin ici de lui répondre que par ce qu'il avance lui-même; on reconnaîtra d'abord qu'il avait de cette propriété corrective des argilles mêlées avec le charbon de terre, quelque idée imparfaite, à la vérité, & si imparfaite, qu'il n'a pu une seconde fois être d'accord avec lui-même. La chose lui semblait probable, lorsqu'il parlait des bouffées de vapeurs. En traitant de l'emploi du charbon de terre pour les fourneaux de verrerie, M. Venel dit que " les pelotes diminueraient peut-être jusqu'à „ un certain point les émanations fuligineuses de la houille. „ (c) C'est, si je ne me trompe, soupçonner fortement la chose même, & la chose même qu'il a niée expressément.

414. SUR cela, je vais en tout plus loin que M. Venel : la propriété que nous attribuons à l'impassation de la houille, n'est pas à la vérité susceptible d'une démonstration aussi rigoureuse qu'on pourrait peut-être l'exiger; mais on peut, je crois, y suppléer : l'examen attentif d'un feu de charbon de terre

(a) Sect. I, chap. VI, part. I. *Avantages principaux & fondamentaux des feux de houille sur le feu de bois, déduits des phénomènes & des effets respectifs de l'un & de l'autre feu*, page 180, note a.

(b) Section IV, chapitre IV, partie I, page 108.

(c) Sect. I, chap. II, part. III, p. 480, *verrerie, glacerie*.

brut, comparé avec un feu de charbon de terre apprêté, fournit une explication plausible de l'effet des terres argilleuses. Quelqu'un qui suivra des yeux ce feu de pelotes, & qui ne sera point prévenu, sera porté à juger par la marche graduée plus lentement, & de l'embrasement & de l'ignition, que la fumée ou vapeur qui contient la suie & autres matières, est absorbée, détruite & dévorée à mesure qu'elle s'échappe : ce que n'aurait pas le tems de produire un grand feu flambant, qui ne serait qu'entraîner ces particules subtiles dans son éruption. Du moins cette explication simple paraîtra n'être pas assez dépourvue de vraisemblance pour que l'on ne soit autant embarrassé à décider pour, qu'à décider contre.

415. Nous sommes donc toujours fondés à regarder la chose comme probable, ainsi qu'elle semblait l'être à M. Venel, lorsqu'il s'agissait des bouffées de vapeur, & nous n'hésitons point à penser que toutes les parties exhalantes du charbon de terre, objet des préjugés de quelques personnes, & de l'inquiétude de quelques autres, sont réprimées autant qu'on peut le desirer pour que la houille supposée nuisible, ne le soit plus, & que dans le dernier tems de la combustion, ce que l'on peut qualifier du nom de *vapeurs* soit beaucoup plus rare. (a)

416. UNE des plus fortes présomptions que l'on pourrait faire valoir, à mon avis, contre la certitude pour laquelle je penche, des avantages de cette impaction de houille, ce serait l'établissement tenté pour l'hiver de 1770 à 1771 : personne n'ignore qu'il n'a pas eu de suite ; peut-être est-ce là la source de l'espece d'indécision dont M. Venel n'a pu sortir. Dans un voyage très-court, que ce savant fit à Paris, après avoir publié le *prospectus* de l'ouvrage que nous analysons ici dans les points qui ont besoin d'être discutés, nous eûmes ensemble une conversation sur la matière qu'il se proposait de traiter. Je l'avais fait prévenir par un ami commun, (b) de plusieurs méprises, dans lesquelles je trouvais qu'il était près de donner ; il devait définitivement, lorsqu'il est parti, revenir chez moi prendre communication, que je lui avais promise, de toute cette dernière partie de mon manuscrit, à laquelle j'ai été obligé depuis de joindre des remarques sur l'ouvrage de M. Venel. Il n'a point été question entre nous deux du chauffage qui avait été annoncé pour Paris & pour la province. Si le journal de Bouillon lui avait laissé quelque doute concernant la cessation de l'entreprise, il avait pu être éclairci par ce que j'en ai dit ailleurs, & par l'avertissement qui a paru dans le tems sur ce sujet. C'eût été alors manquer au public, qui avait honoré ce projet de son suffrage ; c'eût été un particulier manquer d'égards pour

(a) On peut voir dans l'ouvrage de M. Venel le détail dans lequel il est entré sur les différences de la fumée, & des vapeurs qu'exhale la houille brûlante, sect. I,

chap. II, part. I. Des fumées & vapeurs.

(b) M. Leroi, professeur en médecine de l'université de Montpellier, correspondant de l'académie royale des sciences, &c.

les différens corps de magistrats & de savans, dont les avis favorables avaient forcé la confiance générale, que de ne pas instruire, comme il a été fait (*a*), les habitans de Paris & ensuite ceux de la province (*b*), de la nature des empêchemens qui se sont opposés, non au succès, mais à la continuation de cette entreprise. L'histoire de cet établissement, premier pas fait à l'introduction de cet usage en France, peut-elle être mieux placée que dans un ouvrage sur cette matière, consacré au gouvernement & à la nation ? On verra d'ailleurs qu'il importe pour la suite des tems qu'elle soit connue.

Entreprise formée à Paris dans l'hiver de 1770 à 1771, pour faire connaître dans cette ville le chauffage avec la houille apprêtée.

417. LES premiers jours que je me trouvai à Liège (dans une saison où l'on se chauffe), avant d'avoir reçu l'invitation de l'académie de travailler sur la houille, ce qui me frappait le plus, c'était le spectacle d'un peuple nombreux, d'ouvriers de toutes sortes d'ateliers & de manufactures, vieillards, femmes, enfans, rentrant chez eux gais & contents, oubliant tous dans leur petit ménage, vis-à-vis un bon feu, leur état de médiocrité, leurs fatigues, jouissant à l'aise de ce bonheur dont Plaute félicite les ferruriers, taillandiers, forgerons & autres ouvriers de cette classe, d'être toujours dans le cas de ne point ressentir le froid. L'avantage que le peuple de Liège trouve dans ses houilleries, de se procurer au jour le jour un combustible suffisant à la fois, pour le chauffage, pour les ouvrages & besoins domestiques, avait produit sur moi la plus vive impression en faveur des pauvres de nos campagnes & de nos pauvres de Paris.

418. LES habitans du pays d'Aunis, du Poitou, & d'une partie de la basse-Normandie, savent que les payfans de ces provinces sont réduits à n'avoir d'autre moyen de se chauffer en hiver, que de brûler les excréments d'animaux qu'ils ont séchés, & dont ils ont fait soigneusement provision dans l'été : il n'est pas difficile de croire que mes réflexions sur une ressource aussi triste, se portaient ensuite sur Paris, où l'on compterait aisément plus d'un quart de ses habitans hors d'état en hiver de se procurer du bois, frustré par conséquent d'une possession qui, dans cette saison, peut bien être appelée la moitié de la vie : alors le citoyen pauvre ou mal-aisé est en proie aux maux les plus réels, à ceux qu'en-

(*a*) Avertissement concernant l'établissement du chauffage économique avec le charbon de terre dans Paris. Mercure de France, novembre 1771, page 188. Gazette d'agriculture, commerce, arts & finances, 22 octobre 1771, page 673, n. 85.

(*b*) Avertissement concernant l'établissement du chauffage économique avec le charbon de terre dans les provinces. Mercure de France, décembre 1771, page 193. Gazette d'agriculture, &c. 26 octobre, page 681, n. 86.

traîne l'impossibilité de se garantir du froid. Cette classe d'infortunés, aussi précieuse que nombreuse, est toute composée de journaliers, d'artisans, de manœuvres, tous nécessaires à l'état pour la population, tous utiles à la société par des talens divers : les plus viles de leurs occupations sont précisément celles dont on ne peut se passer ; les autres sont relatives à des secondes nécessités.

419. DANS quelque circonstance que l'on veuille considérer cette foule travaillante, la disette de chauffage les plonge inévitablement dans l'état le plus digne de compassion : ceux d'entr'eux qui ont un métier, jouissent-ils d'une santé robuste ? le froid oblige de suspendre leurs travaux ; leur existence, celle de leur famille, communément nombreuse, perd cette précieuse santé, & périclite. Ont-ils le malheur d'être accablés de maladies ? le froid, nouveau fléau, attaque avec plus de danger pour eux des corps défendus à peine par des haillons & des lambeaux, épuisés déjà par de chétives nourritures ; ils se trouvent alors surcharger les paroisses ; pères, mères de familles, veuves, enfans, orphelins ou malades, indigens de toute espèce, de tout âge ; le surcroît de misère attaché à la rigueur de la saison, leur rend à peine sensibles les efforts des pasteurs les plus zélés & les plus intelligens. Les personnes charitables, les médecins, les ecclésiastiques reconnaîtraient ce tableau qu'ils font souvent à portée de voir ; avec une âme honnête & sensible, on s'en fait aisément une idée sans l'avoir vu. En le comparant avec celui que m'offrait dans Liège, ville très-peuplée (a), la même classe d'hommes à l'abri, grâce à la houille, d'être forcée dans aucun tems de suspendre le travail ou de voir languir sa famille ; je regrettais vivement que la France n'eût des mines de charbon que pour ce qu'en consomment des usages bien moins importants ; ceux des arts, qui ne marchent qu'après le nécessaire : alors j'ignorais nos richesses en carrières de houille ; en avançant dans mon travail, je les reconnus bientôt. Ce point de vue me parut d'abord pouvoir devenir utile. Dès cet instant je n'eus aucun doute que les défauts, les incommodités reprochés au charbon de terre, ne pussent aisément s'effacer aux yeux & au nez des malheureux habitans des villages d'Aunis, de Poitou, de Baile-Normandie. Je me persuadai aussi que l'empire de l'usage sur l'esprit des pauvres de Paris, ne les empêcherait point, lorsqu'ils pourraient voir de ce chauffage, de sentir la différence entre le feu actif & réel de la houille, & la chaleur, si peu digne de ce nom, qu'ils ressentent en consumant le charbon de bois, le pousfier, la braise, la sciure de bois, les mottes à brûler, &c.

420. L'ESPRIT & le cœur pénétrés des avantages sans nombre attachés au chauffage de houille, il me serait impossible de rendre le plaisir que

(a) Par un relevé fait en 1776 des morts & des naissances de cette ville, les naissances excédaient de plus d'un cinquième le nombre des morts. *J'ai sur le projet de*

l'établissement d'un hôpital général dans la ville de Liège, & sur celui d'extirper la mendicité, de la prévenir & d'occuper utilement les citoyens ; in-4^o. 1770.

j'éprouvai en m'arrêtant sur l'idée d'appliquer cette méthode à nos charbons de France, de la faire connaître de manière à espérer de la rendre familière avec le tems ; ne le devint-elle absolument que parmi le petit peuple, l'état s'en ressentirait ; la nouvelle conformation, en produisant un bénéfice aux possesseurs de mines, leur donnerait une émulation qui ne pourrait manquer de faire naître ou fleurir une nouvelle branche de commerce.

421. PARMI les différens sujets que j'embrassais dès-lors dans mon plan, & qui sont entrés dans mon ouvrage, quelques-uns, entr'autres, me flat- taient agréablement à traiter : c'étaient ceux qui me rappelaient directement aux fonctions de mon état, vis-à-vis de l'humanité en butte aux maladies. De ce nombre était l'indication des remèdes que l'art de guérir peut tirer des charbons de terre & de ses mines, l'indication des moyens que la médecine emploie pour conserver la vie & la santé des houvillers ; l'avantage beaucoup plus étendu, le soulagement du pauvre, que devait produire l'adoption d'un chauffage à sa portée, était fait pour me toucher encore sensiblement. Prendre à tâche de fixer l'attention générale sur une pratique assurée, pour préserver des rigueurs de l'hiver cette foule de citoyens nécessaires qui se voient dans tous les quartiers de Paris & même dans les provinces, était pour moi le comble de la satisfaction. En réussissant à la faire connaître, le bien qu'auraient pu faire plusieurs médecins ensemble, celui de conserver l'espèce humaine, bien aussi flatteur assurément que le soin de lui rétablir la santé, je jouissais du plaisir de l'opérer.

422. JE commençai donc par m'occuper des charbons de terre qui s'exportent à Paris ; je les essayai de toutes les manières propres à en reconnaître la nature, la qualité, à fixer ceux qui étaient les plus convenables à être *apprêtés*, & à présenter un chauffage économique bien conditionné & exempt de toute mauvaise qualité. Mon dessein était de décrire ensuite les procédés de cette fabrication d'une manière assez circonstanciée pour en donner une idée juste, & principalement pour la rendre d'une exécution facile dans tous les endroits où l'on serait disposé à la mettre en usage ; mais la rédaction entière de mon ouvrage, qui n'est achevé qu'aujourd'hui, & dans lequel devaient avoir place les détails qui vont suivre, dans lequel devaient être développés tous les avantages de cette méthode, n'a pas dû & n'a pas pu être l'affaire d'une année. Quand même cela aurait été possible, ce n'était encore rien faire connaître aux nécessaires, que j'envifageais seuls.

423. LE peuple, auquel cette ressource est particulièrement destinée dans les villes & dans les campagnes, n'est pas ordinairement plus à même de se préparer ce chauffage ; si le pauvre n'est pas logé trop à l'étroit, il est dans le courant de la journée occupé à gagner par son travail, soit hors de chez lui, soit dans son particulier, la subsistance dont il a besoin pour lui & pour sa famille.

424. DANS les villes cette fabrication ne pourrait guere être profitable au citoyen d'une condition aisée; il en est peu qui voulussent employer chez eux un domestique ou un homme de journée à une préparation qui entraîne de l'embaras, qui demande une place commode plus ou moins étendue, & uniquement sacrifiée pour ses différentes opérations. Le desir que j'avais d'alléger sur ce point la dépense du citoyen maltraités par la fortune, de rendre à l'indigent sa misere moins onéreuse, se trouvait donc de toute part nulle & instructive.

425. CE n'est pas non plus en voyant une chose, même habituellement, dans un seul endroit, que l'on se persuade efficacement de ses avantages, ni que l'on se décide à en essayer; l'exemple qu'avait voulu donner M. Fagon, n'avait eu aucun pouvoir; je ne devais pas me promettre par les éclaircissements, les instructions les plus détaillées, de voir aucune suite heureuse à la bonne envie que j'avais d'alléger dans ce point la dépense du citoyen maltraité par la fortune. On a beau parler sur-tout au vulgaire, il ne change rien à ses manieres: ce qu'on lui conseille, fût-il de la plus sérieuse importance, il ne se détermine à en profiter, que lorsque les choses lui sont présentées toutes faites; il faut le mettre, pour ainsi dire, en jouissance: cette indolence passive ne se dément sur rien. Bien avant l'établissement fait en faveur des noyés, on réitérait de tems en tems avec la plus grande publicité les avertissements les mieux détaillés sur les secours à apporter dans cette malheureuse situation. Ces avis n'ont été efficaces que de l'instant que le bureau de la ville a imaginé de tenir tout prêt pour le besoin ce qui était nécessaire à employer dans ces sortes de cas. Ce qui s'est vu touchant la méthode du nouveau chauffage, se rapporte bien plus directement à ce dont j'étais inquiet lors de mes premières idées. Dans le même tems de l'entreprise dont nous donnons ici l'histoire, la capitale, les provinces ont été instruites, par la voie des journaux, du procédé qu'a décrit M. Carrey. Personne ne s'est déterminé, ni à faire soi-même, ni à faire fabriquer des pelotes pour son usage. La facilité d'en voir exécuter à l'école vétérinaire, tandis qu'à l'atelier ouvert à la Rapée, chaque metteur en forme faisait près d'un millier de pelotes dans une journée, n'a pas été plus efficace.

426. JE ne voyais d'autre parti à prendre, que de faire, soit chez des personnes connues, soit dans des endroits publics & à plusieurs reprises, même continues & renouvelées chaque hiver, une montre de ce chauffage. Dans une ville comme Paris, tout ce qu'on n'y a point encore vu, devient en peu de tems le sujet des conversations. Après cette montre, mon dessein était de faire fabriquer publiquement dans une saison favorable, une grande quantité de ce chauffage. Telle était la marche que j'avais projetée, pour faire dans le public ce qu'on appelle *sensation*. Ce plan n'était point d'une

difficile exécution ; pour la partie des frais, il n'était même point à ma charge ; je n'étais nullement embarrassé de trouver des personnes qui eussent concouru volontiers à une sorte d'expérience publique ; le produit en eût toujours tourné à l'avantage du pauvre, qui n'aurait pas mieux demandé que d'en essayer : les hôpitaux, quelques pauvres communautés, quelques *guinguettes* des faubourgs de Paris, quelques étrangers habitués à ce chauffage, s'en seraient servis tant qu'ils en auraient trouvé. Ce n'est pas une simple conjecture.

427. JE me doute très-fort que ce plan ne sera pas jugé bien bon, il peut même avoir quelque chose de singulier ; mais c'était le seul qui fixât mon idée, c'était ainsi que je voyais la chose : il manquait encore à mon travail, à mes fabrications, une dernière perfection. J'étais déjà assez instruit de la manière dont le commerce de charbon de terre se fait dans Paris, pour sentir, attendu les mélanges auxquels il est sujet malgré les défenses précises, que je ne pouvais pas compter entièrement sur mes expériences. Le charbon qui m'avait été donné pour charbon de Moulins, pour charbon de Forez, était-il pur ? était-il bien de la mine dont on prétendait qu'il venait ? Pour indiquer les proportions exactes de pâte, qui convenaient à chacun des charbons des différentes mines de ces trois provinces, il était nécessaire que je ne fusse point trompé sur ces articles.

428. AFIN d'être plus certain de mes essais & de mes expériences exécutées avec soin à diverses reprises sur des charbons de terre que j'avais fait acheter, soit au port S. Paul, soit chez des marchands, j'en faisais venir directement des trois provinces qui approvisionnent Paris (a). Un particulier fixé dans cette capitale, & qui appartient à une famille très-estimable, me procurait quelques-uns de ces envois ; il était souvent, ainsi que tous ceux qui venaient chez moi, présent à mon travail ; il fut témoin par conséquent du succès avec lequel je parvins à donner à cette fabrication de nos charbons la même perfection qu'elle a dans quelques pays étrangers. Les vnes que j'avais & que je viens d'exposer, n'étaient point un mystère ; il me proposa de

(a) Je n'ai pas fait difficulté ensuite de me détourner de mes occupations pour me transporter sur les lieux ; j'ai fait exprès un voyage dans le Bourbonnais & en Auvergne ; j'ai descendu dans les mines, afin de constater leur état ; j'y ai réitéré mes expériences sur les différents charbons qu'elles produisent, pour m'assurer de leur conformité avec celles que j'avais faites ; les mêmes soins, comme on le verra bientôt, ont été donnés de ma part pour les matières con-

venables à l'appât qu'ils doivent recevoir. En un mot, j'ai tellement rendu ce travail complet, que tant qu'il ne serait rien innové dans ce que j'ai arrêté pour le choix des charbons, tant qu'on ne s'écarterait pas des attentions nécessaires pour les façonner, je pouvais répondre que l'usage de ce nouveau chauffage se maintiendrait suffisamment parmi nous, pour s'accréditer avec le temps.

remplir

rempli mon objet, en me sauvant à cet égard les embarras qu'entraînait la route que je voulais suivre : n'ayant d'autre idée que de voir tourner cette partie de mon travail au profit du royaume, l'offre ne pouvait qu'être fort de mon goût; celui qui me la faisait, ne m'était personnellement pas connu autrement que par les relations que mon état me donnait depuis bien des années, soit avec lui, soit avec partie de sa famille. Il me parut suffisant qu'il fût ce que je savais qu'il était, versé dans les opérations de calculs, intelligent dans ce qu'on appelle affaires, & qu'il eût du loisir, toutes choses qui me manquaient, & bon citoyen, comme je le croyais, pour prendre à cœur le fonds de mes idées. Je ne sentis aucune répugnance à accepter ses offres; je lui donnai en conséquence toutes les notes que j'avais rassemblées, concernant les droits sur les charbons de terre, sur les charbons de bois, sur les bois, pour déterminer une comparaison exacte entre la dépense de ces différens combustibles. Peu de tems après, le ministre du département de Paris fut informé de mes recherches par ce particulier : il sentit qu'il serait important pour le peuple de Paris, & même de la plupart des provinces, de pouvoir substituer le charbon de terre à celui de bois, d'nt le prix est presque par-tout inaccessible pour lui; qu'il était de plus intéressant pour la ville de Paris en particulier, de diminuer cette consommation de première nécessité qui s'augmente tous les jours, & devient effrayante (a). Desirant régler sur l'avis de l'académie des sciences l'idée qu'il devait prendre de ce travail, il souhaita que je remisse à cette compagnie les différens mémoires contenant le détail & les résultats de mes recherches particulières, afin de connaître de quel degré d'attention ils pouvaient être dignes.

429. L'ESPECE d'impossibilité de la part des pauvres, comme de la part du citoyen aisé, d'apprêter chez lui du charbon, l'anéantissement de cette ressource par cet obstacle, le manque d'apparence que jamais personne pût s'aviser d'entreprendre en grand pour le public une fabrication & un trafic d'un succès aussi équivoque; ces réflexions & quantité d'autres avaient toujours, comme on l'a vu, donné à mes idées une tournure qui se sentait assez de la difficulté que devait souffrir leur exécution.

430. LE premier coup-d'œil porté sur cet objet par un ministre adonné dès sa plus tendre enfance à faire (tant que l'homme en place en a la pleine liberté) le bien de son département, fixa mes appréhensions & mes incertitudes. Ce n'était pas néanmoins à beaucoup près sur les mêmes principes, que le particulier qui agissait, dirigeait ses démarches (b) : les suffrages donnés à mon travail par les commissaires de l'académie des sciences, par ceux de la faculté

(a) Lettre de M. le duc de la Vrillière, écrite de Fontainebleau au secrétaire de l'académie royale des sciences, le 14 octo-

bre 1769.

(b) On le verra par les motifs qu'il avait fait énoncer dans les lettres-patentes.

C c c c

de médecine, favorisèrent l'obtention d'un privilège, en date du 13 décembre 1769, qui autorisait l'entreprise projetée de présenter aux habitans de Paris & même de la province, un chauffage économique & bien conditionné, préparé avec du charbon de terre : toutes les formalités utiles pour la vérification des lettres-patentes, furent favorables. (a)

431. A la faveur des lettres-patentes, de l'arrêt d'enregistrement & de toutes les pièces relatives à cette concession, le particulier qui en était toujours resté nanti (& qui ne s'en est dessaisi que le 24 novembre 1771), trouva l'argent nécessaire pour mettre son plan en exécution. Les préparatifs de l'établissement furent annoncés dans les mois d'août & de septembre 1770; ils furent accueillis de la manière la plus favorable. On ne craint point de dire que peu d'entreprises ne devaient autant que celle-ci s'attendre à des oppositions & à des contradictions multipliées; il n'en est pas moins vrai qu'aucune n'avait jamais eu plus de motifs d'encouragement. Du premier instant, cet établissement fut regardé d'un œil bien différent de tous ces projets d'industrie enfantés par le luxe, & qui ne conservent d'existence qu'autant que le goût ou la fantaisie du public ont de durée. En présumant les entrepreneurs sûrs de leurs calculs & de leurs combinaisons, il ne restait pas le moindre doute sur la certitude d'un bénéfice légitime pour eux; leur succès était devenu un vœu unanime; tout devait assurer, aux habitans de Paris surtout, un établissement aussi solide qu'il était jugé utile.

432. CET espoir était toujours combattu dans mon esprit par les préoccupations qu'y avait jeté tout ce que je ne pouvais encore démêler dans la conduite extraordinaire du sieur.... Elles m'inspiraient beaucoup de mé-

(a) Toute cette réussite se trouvait être véritablement le fruit de l'intelligence; si on veut l'appeler ainsi, du solliciteur; il y avait mis la plus grande activité; le privilège lui avait été remis d'abord, avec injonction spéciale d'en communiquer avec moi, pour voir si les clauses étaient à mon gré: ainsi le porte la lettre par laquelle je fus informé du succès, dans lequel, sans doute, mon travail entraînait pour quelque chose: ce fut alors que pendant du tems il ne me fut pas possible d'avoir de l'homme & de ce qu'il était devenu, plus de nouvelles que s'il était absent; celles que j'en eus à la fin ou par lui-même en personne, ou par billets, finissaient toutes par éluder ce qui lui avait été prescrit. J'eus à ce sujet une

entrevue avec un de ses proches parens, homme judicieux & estimable: mes intentions uniquement tournées vers la chose publique, que je voyais avec plaisir secondée dans tous les points, me déterminèrent, pour ne pas y apporter du retardement, & par égard pour le parent du négociateur, à regarder comme indifférens au fond de la chose, tous les faux-fuyans que j'avais aperçus, & qui pouvaient ne m'être que particuliers. Je n'en fais ici mention en passant, qu'à cause du rapport qu'ils se trouveront avoir par la suite avec l'entreprise même, qui, si elle eût été examinée bien sérieusement, n'aurait point trouvé de secours pécuniaires pour être exécutée dans Paris.

sance sur l'article de la gestion (a). Deux considérations qui me paraissaient de bon augure, me rassuraient un peu. Premièrement, le très-petit nombre de ce qu'on appelle dans une entreprise associés; celui qui avait toujours été l'ame de l'affaire, & qui vraisemblablement était jaloux de jouer ce rôle exclusivement, tant qu'elle pourrait se soutenir, ne s'était associé que le bailleur de fonds: la méintelligence, fléau destructeur de toutes les entreprises les mieux concertées & les plus utiles, me semblait ne pouvoir trouver accès entre deux personnes intéressées, l'une à gagner, l'autre du moins à ne pas perdre. Secondement, & c'était encore le plus heureux à mon avis, la simplicité de l'affaire était telle, qu'en supposant quelque erreur de calcul de la part des spéculateurs qui allaient exercer le privilège, il était de toute impossibilité que celui qui y apportait des fonds, courût aucun risque de les perdre.

433. LA difficulté giffait dans un point aisé maintenant à apercevoir, par le tableau que j'ai donné des droits sur le charbon de terre: ce combustible qu'il s'agissait de substituer au bois pour le chauffage & pour les usages domestiques, étant arrivé aux portes de Paris, est déjà très-cher; lorsqu'il est pour être consommé dans la ville, son prix doublé par tous les droits auxquels il est assujéti, devient excessif. Cette première considération n'avait pu manquer d'occuper l'attention au moins du premier spéculateur.

434. LE plan qu'il en avait présenté au bailleur de fonds, avait dû nécessairement être appuyé sur le prix de cette marchandise; le surcroît d'augmentation que le charbon de terre à apprêter, devait ensuite supporter par les différentes mains-d'œuvre, par les frais d'un établissement en grand, formait le second chef de supputation; c'est où les entrepreneurs se sont abusés, sans qu'il fût trop facile d'imaginer comment la chose a pu arriver à des personnes très-instruites, telles qu'elles étaient.

435. PEUT-ÊTRE eût-il été possible de trouver dans une sage économie, un

(a) Dans les lettres-patentes il s'était fait donner un rang qui ne lui convenait nullement; il était de plus désigné pour être l'un des auteurs du travail, & parvenu à force de sacrifices, d'expériences aussi difficiles que dispendieuses, à procurer au charbon de terre par une opération chimique, un degré d'utilité qui en fauvait les inconvénients. Sans doute ces motifs controuvés lui avaient paru propres à servir de base au projet qu'il avait tramé de se rendre maître absolu de toute la manutention; il agissait & parlait comme ayant seul commission &

pouvoir; il avait réussi à persuader au bailleur de fonds, qu'il n'avait besoin d'être guidé ni éclairé en rien dans les opérations de fabrication, auxquelles, dans son arrangement qui eut lieu, il devait présider seul. Tout ce que je pus faire, ce fut d'exiger qu'il ferait déposé à l'hôtel-de-ville un étalon des moules à fabriquer les pelotes; mais la suite fera voir que probablement il avait su déranger cette précaution, & se mettre à l'abri de ce qui pouvait en résulter contre lui, & que l'étalon déposé était d'avance réduit à sa fantaisie.

C c c c ij

dédommagement raisonnable de la méprise ; mais cette économie qu'ils avaient inconfidemment fait entrer dans leur calcul & dans leur plan, même dans l'exécution, portait sur des changemens dont ces entrepreneurs n'étaient point en état d'apprécier les défauts & les conséquences,

436. PERSUADÉS qu'il ne devait pas y avoir tant de façons à observer dans une fabrication que je déclarais moi-même n'être qu'une imitation, ils regardèrent comme absolument superflus les détails par lesquels je vais finir, & dont je leur présentai des copies : ils ne se doutaient point que ces mémoires que je voulais leur communiquer pour être leur loi, étaient appuyés sur la connaissance de la nature, de la qualité des charbons qu'ils avaient à employer, ainsi que des pâtes qui devaient entrer dans l'apprêt ; que tout le procédé, en un mot, était fixé avec une précision étudiée & réfléchie d'une manière convenable à la position où ils se trouvaient, d'avoir à éviter les moindres imperfections, les moindres négligences ; qu'il n'était pas possible enfin de s'écarter de la méthode particulière à l'espèce de charbons qu'ils employaient, de rien innover dans le choix des charbons, dans les attentions nécessaires pour les façonner, &c. sans risquer d'enlever à ce nouveau combustible tous les avantages dont les entrepreneurs eux-mêmes avaient conçu la plus haute idée. (a)

437. LE sieur travailla pendant quinze jours (& on verra la quantité immense de pelotes qui peut se faire dans cet espace de tems) sans retrouver les mêmes qualités d'un chauffage bien conditionné qui résultait de ma fabrication : à la pâte que j'avais fixée, il avait substitué de son chef une mauvaise terre d'*alluvium*. (b) Je ne parvins à contrecarrer la continuation de ces opérations, qu'en menaçant de porter des plaintes sur une fabrication dont les résultats ne pourraient que tromper l'attente où était le public d'un chauffage en même tems économique & bien conditionné, tel que celui qui avait été approuvé, & qui avait eu le suffrage légal du lieutenant général de police & du procureur du roi au bureau de la ville.

438. L'ASSOCIÉ qui avait apporté des fonds dans l'entreprise, commençait à écouter mes avis sur les changemens faits par le sieur . . . dans le procédé que j'avais fixé, & dont je prétendais que l'exactitude assurerait à l'entreprise, supposée bien combinée, l'avantage de la capitale & de l'affaire. Pour achever de lui dessiller les yeux, j'avais fait travailler à différentes reprises en sa présence & celle des ouvriers, un minot de charbon à ma façon : on y employait pour les

(a) Par une singularité assez difficile à expliquer, & qui ne peut guère être qualifiée qu'un effet du hasard, le sieur . . . s'était complètement infatué dans la confiance du bailleur de fonds, au point d'endormir sa vigilance & sa prudence sur ses propres in-

térêts ; il était chargé de toutes les dépenses, on s'en rapportait à lui sur tout, & il trouva même moyen d'éloigner assez longtemps la reddition de ses comptes.

(b) Je parlerai en sa place, de cette espèce d'ineptie.

fabrications les moules que j'avais fait porter, qui étaient tels que devaient être celui déposé à l'hôtel-de-ville & ceux de l'atelier; il en résultait toujours un nombre à très-peu près égal de pelotes: au contraire, des opérations du sieur.... faites avec les moules qui étaient à sa disposition, comme tout ce qui était à l'atelier, il résultait dans chaque fabrication de fortes variations, qui annonçaient des déficiences de différentes espèces; & le plus souvent ces variations se trouvaient, relativement à une marchandise qui se débitait au compte, porter un préjudice notable aux acheteurs: la différence de la qualité du chauffage que cet associé reconnut chez lui & vint reconnaître chez moi, n'était pas moins remarquable.

439. Tout devenant suspect dans ce directeur que rien ne pouvait ramener (a), mon honneur & celui des personnes respectables que je voyais à la veille d'être compromises, me forcèrent de prendre le parti d'instruire M. le lieutenant général de police, & deux personnes en place, qu'il était à propos d'en imposer à l'associé titulaire érigé en principal commis: ses opérations arbitraires, le refus de s'en expliquer, avaient déjà commencé, mais infructueusement, à exciter les réclamations du bailleur de fonds; ces réclamations se convertirent en plaintes motivées par écrit.

440. Les informations régulières, faites à l'atelier, sur les malversations du sieur.... les interrogations & déclarations des employés, des ouvriers, étaient sur tous les points à sa charge; les comptes enflés à son avantage, ses dépenses, dont il ne pouvait justifier, mirent à découvert l'abus reprehensible d'une manutention dirigée dans toutes les parties à son profit, & firent reconnaître qu'il n'avait été si jaloux d'être titulaire principal du privilège, chef, directeur, & le héros de l'affaire, que pour frauder sur la qualité, sur la mesure, & sur le prix, pour distraire honteusement des sommes dont le maniement lui était confié, &c. (b) Ce fut alors que la personne intéressée à la conservation de ses fonds, ne put s'empêcher de déclarer qu'il lui devenait impossible de rem-

(a) Parvenu à maîtriser les employés & les ouvriers, il ne gardait aucune retenue dans sa conduite, & le minot employé dans l'atelier (où il avait fixé sa demeure) au mesurage du charbon qui se délivrait pour être fabriqué, était de grandeur fautive & inexacte; les moules ou lunettes avaient été sans cesse rognés, diminués à sa fantaisie, sans doute pour les rapprocher de l'échalon qu'il avait déposé à la ville. Dans le charbon de Fims, qui devait être employé pur dans les pelotes pour les cheminées, il en mêlait de moindre qualité, comme

celui des lacs, qui ne devait entrer que dans les pelotes pour les poêles: les ouvriers, qui s'apercevaient des fautes & des déprédations de leur chef, croyaient & disaient tout naïvement & indiscrètement qu'il était gagné pour ne point faire réussir l'entreprise.

(b) Ces différentes pièces ont passé entre les mains de l'exempt de police, M. le Grand, du commissaire Laumonier, & au bureau de la police; j'ai eu des copies de quelques-unes.

plir l'engagement annoncé dans le public, ou plutôt l'intention qu'elle avait eue de contribuer au bien général : entr'autres récompenses de ses peines & de ses soins, c'était la plus glorieuse sans doute, & celle dont un desir aveugle lui avait probablement fait illusion ; ç'a été aussi le plus grand regret de l'homme honnête que le sieur . . . avait eu l'adresse de s'affocier.

441. Je ne dois pas laisser ignorer les efforts qu'a faits le ministère pour lever cette difficulté réelle qu'oppose la cherté du charbon de terre à la continuation de cette entreprise dans la capitale. Lorsqu'elle a été abandonnée, M. le contrôleur général, sur l'exposé de M. Trudaine & des fermiers généraux, n'a pas fait difficulté de proposer l'abandon des droits du roi. Cette remise jointe à celle qui avait déjà été faite aux entrepreneurs dès le commencement de l'établissement par les *mesureurs & porteurs*, se trouvait trop médiocre pour donner à la suite de l'affaire une facilité suffisante pour la maintenir ; les mêmes officiers marquèrent encore dans ce moment de la bonne volonté pour favoriser une nouvelle consommation qui, par la suite, devait faire un bénéfice de leur charge. Des circonstances relatives à ces charges, dont la conservation ne leur était plus assurée à cette époque, ne leur permirent point de prendre sur cela un parti.

442. Au milieu de ce désordre, qui n'avait point une certaine publicité, l'intérêt que les habitants de Paris prenaient à cet établissement, la confiance même se soutenaient. Dans tout le courant de l'hiver de 1770 à 1771, M. le duc d'Aiguillon avait fait de ce chauffage une consommation suivie dans un cabinet ; ce ministre trouvait cet usage tellement à son gré, qu'il se proposait de faire accommoder ses poeles & quelques cheminées de la manière qui convient à ce feu, pour en augmenter les avantages. Je détournai l'exécution de ce projet, en informant que je doutais beaucoup que l'entreprise prit consistance. M. le procureur du roi au bureau de la ville, n'a point discontinué d'en user tant qu'il y en a eu des fournitures : dans une saison qui diminue par-tout le nombre des feux domestiques, & qui en conséquence avait fait fermer la vente, (au mois de mai 1771) il avait encore été débité plusieurs milliers de pelotes chez le nommé *Marville*, qui s'était accommodé du restant de l'entrepôt de la rue Bétifi, où il n'avait été porté qu'un triage aussi exact qu'il a été possible de le faire pour ne point mettre en vente ce qui avait résulté d'opérations défectueuses. Dès la fin de septembre suivant, on se présenta chez lui pour en acheter, & il s'en est vendu à 4 sols la douzaine, 1 livre 4 sols 13 deniers le cent, & 16 livres 13 sols 4 deniers le millier. Le succès d'une espèce de montre publique, faite dans les écoles supérieures de la faculté de médecine (a), doit tenir ici sa place parmi les faits

(a) Rapporté à la suite de l'extrait de cette thèse, dans le *Porte-feuille hebdomadaire* du samedi 6 avril, page 222.

à rapporter en faveur de ce chauffage. Les actes de la licence commencent à six heures du matin & finissent à midi : les docteurs qui viennent en grand nombre dans cet intervalle de tems entendre le bachelier & juger de sa capacité, vont se chauffer dans une salle particulière ; le premier appariteur avait substitué ce jour-là au feu de bois, celui qui faisait la matière de la thèse. Parmi tous les docteurs qui ont vu ce chauffage, il ne s'est trouvé aucun censeur qui ait élevé la voix, & beaucoup de docteurs allèrent à la chaire du président, auteur de la thèse, lui marquer combien ils étaient satisfaits de la démonstration ajoutée à la question agitée dans les écoles. A midi, le feu était encore dans sa toute vigueur, & il dura jusqu'à six heures du soir.

443. LES personnes qui en appellent au jugement des autres, & qui aiment à se décider sur l'expérience, en ont assez pour juger que l'appréhension ou l'indifférence sur cette manière de se chauffer, ne peuvent provenir que du manque d'occasion de la connaître, ou de manque d'attention dans l'examen qu'on aurait pu en faire.

444. PLUS on considère à quel point on commence aujourd'hui à s'inquiéter de la rareté & de la cherté du bois de chauffage, plus on doit regretter qu'une entreprise de l'espèce de celle dont nous venons de donner l'histoire, ait été ou mal menée, ou faite légèrement.

445. TOUT le monde aujourd'hui parle uniformément de l'espèce de disette où l'on est pour le bois. Les citoyens qui sont les moins en état d'en raisonner, conviennent à cet égard, que le moment est venu de s'occuper des moyens propres à y remédier. Le remplacement du bois à brûler par le charbon de terre, ou brut, ou apprêté, ne paraît déjà plus une simple précaution sur laquelle on puisse penser arbitrairement ou raisonner diversement ; il est décidé expédient, indispensable, facile, certain : les habitans de Paris se sont trouvés si heureusement disposés, quand il en a été question, ils ont marqué un si grand empressement à tirer parti de ce nouveau combustible, que les préjugés les plus enracinés contre cette pratique étrangère, n'ont pu se prévaloir des circonstances qui ont contrecarré le début d'une entreprise qui, sans le prix excessif du charbon de terre, pouvait être utile. Le public a su discerner judicieusement la chose telle qu'elle devait être, d'avec celle qui a résulté de méprises d'entrepreneurs inattentifs, d'une gestion fautive, &c. & n'a rien réformé dans le jugement avantageux qu'il avait d'abord porté sur cet objet : l'époque de cette tentative abandonnée, ferait, dans le cas d'une reprise, suffisante pour former des conjectures, & peut-être des conséquences plausibles contre la chose même : cet usage ne pourrait alors être présenté de nouveau, ni aux habitans de Paris, ni aux ministres, sans effrayer les plus fortes contradictions. L'intérêt que les habitans de la capitale ont pris à cet établissement, n'est donc pas ici le seul

motif qui a imposé l'obligation d'entrer, comme on l'a fait, en éclaircissement sur les causes qui en ont privé le public; elles n'affaiblissent en rien l'utilité particulière & l'importance politique de ce chauffage en lui-même; le véritable empêchement n'est que pour la capitale, où les droits considérables sur le charbon de terre aux entrées, enlèvent pour le moment à son usage le mérite essentiel de l'économie.

446. EN réfléchissant un peu sur l'obstacle qui a annulé l'entreprise, il n'y a rien de déraisonnable à prévoir que le gouvernement qui a saisi sous ses véritables points de vue le projet de substituer le charbon de terre à un combustible presque entièrement épuisé, pourra par la suite des tems se trouver dans la nécessité de favoriser efficacement, & s'occuper sérieusement à aider l'introduction de ce chauffage dans Paris. D'après ce dont j'ai été témoin sur l'accueil accordé à ce projet, je me crois permis, & l'on voudra bien me le pardonner, d'envisager toujours la méthode de préparer ce fossile, pour rendre son chauffage encore plus économique, comme devant tôt ou tard devenir une pratique française. Cette manière de voir les choses dans le lointain, plutôt pour l'intérêt de ceux qui viendront après nous, n'aura pas sans doute aux yeux de tout le monde le défaut du ridicule; les patriotes ne traiteront point mon travail aussi légèrement; d'ailleurs, la ressource que présente le charbon de terre apprêté pour le chauffage, reste dans son entier pour les provinces qui possèdent des mines de charbon. Cette matière, dont le prix modique au pied de la mine ne monte pas à plus de 15 livres la voie au premier port, ne peut s'accroître à un certain degré, ni par les frais de première exportation, ni par ceux de location, de terrain, de main-d'œuvre: tous ces objets d'un coût bien inférieur dans les endroits éloignés de Paris, comportent si peu de dépense pour toute cette fabrication, qu'un possesseur, ou quelque directeur de mine, ne risquerait rien de former un établissement de ce genre dans l'endroit où ce fossile s'emmagasine au port de l'embarquement. Les pelotes du même volume que celles qui se sont fabriquées dans l'atelier de Paris, pourraient être vendues à moins de deux sols la douzaine, à seize sols le cent, & à huit livres le millier (a). La générosité, la bienfaisance ne sont point bannies de nos provinces; il s'y trouvera quelque citoyen animé du désir flatteur de soulager la misère de son canton, & qui cherchera à tirer la ressource sur laquelle nous insistons, de l'ancienneté où elle pourrait rester long-tems. Dans une grande ville, les directeurs de pauvres communautés, les administrateurs d'hôpitaux, les curés de paroisses, réunis ensemble pour concourir à cette fourniture de chauff-

(a) Il est seulement à propos de faire remarquer qu'il conviendrait qu'elles fussent plus grosses que celles qui sont prises ici pour exemple, parce que c'est sur elles qu'a été faite la supputation que l'on présente.

fuge,

sage, comme j'avais projeté d'abord de les y inviter & de les y déterminer, seraient sûrs de faire un grand bien & à peu de frais. Je ne souhaite plus que d'avoir fait une impression capable de transmettre quelque part ce desir ; c'est essentiellement en faveur des pauvres, que j'ai exposé dans mon ouvrage les différens points de vue sous lesquels ce chauffage agréable, commode & économique, peut convenir à toutes sortes de personnes. Afin d'achever de compléter ce tableau, je vais le faire suivre d'une description raisonnée de la fabrication du charbon de terre apprêté, la détailler d'une manière propre à la rendre praticable, & à avoir son succès dans toutes nos provinces : pour cela je commencerai par quelques instructions sur les terres propres à l'impastation en général, qui constitue cet apprêt ; ces notions pourront être utiles aux personnes qui voudraient entreprendre cette fabrication hors de la capitale, où les charbons ne sont point chargés des mêmes droits auxquels ils sont assujettis quand ils arrivent au port Saint-Paul ; j'indiquerai spécialement pour la ville de Paris les terres grasses qui se trouvent dans ses environs ; je viendrai ensuite aux détails capables de servir de guides dans un établissement supposé à faire dans la province. Le plan détaillé & expliqué d'un atelier distribué comme il conviendrait de faire, & éclairci par une *planche* des outils & ustensiles, rendra sensible aux yeux toute la manipulation.

Renseignemens sur la fabrication du charbon de terre apprêté, pour rendre son chauffage plus économique.

447. AVANT de décrire le procédé suivi à Liege dans cette fabrication, nous avons fait observer qu'il n'y aurait rien d'étonnant que cette méthode, toute simple qu'elle paraît, ne réussît point d'abord, à beaucoup près, comme il semblerait qu'on devrait s'y attendre ; l'examen réfléchi que nous avons fait de ce chauffage, la discussion dans laquelle nous sommes entrés pour infirmer l'avis de M. Venel, laissent appercevoir clairement que le procédé ne consiste pas encore uniquement dans le choix du charbon destiné à être formé en pelotes ou hochets : cette attention pour la matière combustible, est bien essentielle sans doute ; mais elle ne doit pas être moindre pour la substance qui lui est ajoutée. Les terres de la nature de celles qui pourraient être employées, se trouvent dans beaucoup d'endroits, & l'on peut se servir de quelques-unes qui sont d'une assez médiocre qualité, telles que sont celles de Try, près de Valenciennes & ailleurs, où l'on n'est point délicat ni difficile ; mais si l'on veut avoir de bonnes pelotes qui remplissent le mieux possible l'objet que l'on a en vue, toutes ces terres n'y sont pas également propres. Ce n'est point assez que par leur nature, par leur qua-

lité, elles puissent se lier intimement avec le même charbon; il faut que cette liaison qu'on lui donne, soit plus ou moins susceptible de s'affermir dans le feu, de s'y maintenir dans sa consistance au point de se durcir-en cuisant. Les entrepreneurs de l'établissement formé à Paris en 1770, ont fait eux-mêmes désagréablement l'expérience de l'utilité de ce choix des terres; tout ce qui vient de précéder, démontre que le défaut de connaissances générales & particulières sur les qualités des terres à appliquer à cette fabrication, influera défavorablement sur la bonté ou la perfection de l'apprêt, ainsi que du chauffage qui en résulte.

448. PAR la même raison que nous nous sommes arrêtés à indiquer tout ce qui peut aider à distinguer la nature des charbons de terre, & ceux qui sont les plus propres au chauffage, nous devons en faire autant pour les pâtes d'amalgames.

Des terres d'impaflation, ou des terres propres à la fabrication du charbon de terre apprêt, & de leur choix. Instructions sur la différence de l'argille & de la glaise.

449. Ce que nous nous proposons ici, est d'autant plus nécessaire, que les différences des noms appellatifs donnés aux argilles par les manufacturiers, par les naturalistes & les chymistes, ne peuvent être d'aucun secours pour guider dans le choix ou dans l'exclusion des terres que l'on aurait à appliquer à la fabrication, ni même pour désigner aucune de ces terres d'une manière précise.

450. LA glaise & l'argille, seule & même substance à la vérité, différentes néanmoins, ne sont point du tout assez distinguées par ces deux dénominations synonymes en chymie & adoptées par l'usage; on en conviendra sans peine, puisqu'une argille n'est point glaise, & qu'en même tems une glaise est de l'argille: ainsi cette manière de désigner chymiquement l'argille, confond l'argille-glaise avec l'argille, & avec une variété prodigieuse de terres de cet autre genre, qui sont néanmoins différentes. Tels sont le bol rouge & onctueux, nommé en Picardie *bief*, l'*erbue*, l'argille glaiseuse, chargée de beaucoup de substances étrangères & métalliques, appelée *bestieg*, *letten*; plusieurs terres désignées par les manufacturiers qui les emploient, sous les dénominations relatives à leurs usages, comme les terres nommées *terre à four*, la *terre à potier*, qui est la glaise; celles avec lesquelles se font les tuiles, qui approchent davantage de la terre à potier, & qui sont bien supérieures à la terre à brique; quelques *marnes*, & quantité d'autres qui ne se ressembtent même point à la vue.

451. DANS les manufactures de poterie, de faïence, où l'expérience a

établi la distinction des matieres propres à cet ouvrage, on reconnait deux fortes d'argilles : la premiere nommée *argille* ou *pâte longue*, est celle qui se manie facilement, qui est extrêmement ductile, & qui par conséquent est la plus propre à faire des ouvrages en grand ; la seconde, appelée *argille* ou *pâte courte*, dont le *ka-o-lin* est une espece, se manie moins aisément.

452. LES naturalistes n'ont pas si bien distingué l'argille & la glaïse. L'argille, disent-ils, se trouve à la superficie ; la glaïse est placée plus profondément en terre. L'idée que donne cette distinction est bien incomplète, puisqu'elle ne porte avec elle aucun des caracteres distinctifs que la simple vue fait appercevoir dans l'argille proprement dite, & dans la glaïse ainsi nommée.

453. AYANT ici à passer en revue les différentes argilles ou terres grasses dont on peut tirer avantage dans la fabrication du charbon de terre apprêté, & sur-tout à les désigner aux personnes qui voudraient entreprendre de faire de ces pelotes, j'établirai deux fortes d'argilles caractérisées, distinguées, l'une par le nom d'*argille*, l'autre par le nom de *glaïse*.

454. JE comprends sous le nom d'*argilles* ou *argilles communes*, parce qu'en effet beaucoup de terres & de sables sont de ce genre, les matieres terreuses placées superficiellement sur le globe, qui à la consistance terreuse joignent plus ou moins sensiblement les qualités visqueuses & tenaces de la glaïse proprement dite, dont elles tiennent une plus ou moins grande quantité de molécules ; c'est à la présence de ces molécules qui ne se trouvent point liées entre elles, & qui n'ont point cette densité, cette dureté propre à la glaïse, que les argilles doivent cette propriété de se réunir, de se mouler, de se durcir au feu, quelquefois jusqu'à donner alors des étincelles avec le briquet : mais quand l'argille est pure, ces parties ne peuvent point se vitrifier au feu le plus violent connu jusqu'ici.

455. ON doit appeler, comme on fait, *glaïse*, l'argille enfoncée profondément en terre, mais qui au lieu de cette apparence, de cette consistance friable de terre propre à l'argille avant qu'on l'ait maniée, se trouve en masse liée, compacte, comme si elle avait déjà été corroyée de maniere à ne pouvoir, dans la fouille qu'on en fait, être coupée que comme des substances molles & continues : ainsi l'argille nommée *glaïse*, pourrait être nommée *argille en masse*, *argilla cumulata*, afin de la distinguer de l'argille. dont les molécules ne sont que contigues. Cette courte définition assigne micux la différence que nous cherchons à établir, que la maniere dont la présente M. Valmont de Bomare, qui dit (a) que la glaïse ne se rencontre pas seulement à la surface, mais encore à une très-grande profondeur ; il aurait

(a) *Dictionnaire d'histoire naturelle*, au mot *Glaïse*.

fallu ajouter au moins, que dans ce dernier cas elle se trouve en bancs solides connus sous le nom de *glaise*.

456. CET état glaiseux, ou si l'on veut argilleux, sous forme compacte, est le produit d'une espèce d'affinage de l'argille délayée, humectée, ramadée en bande épaisse, que le plus ignorant reconnaitra toujours pour être ce qu'on appelle *glaise*, & non ce qu'on appelle *argille*, quoique ce soit la même chose. Dans les fouilles de glaise, on rencontre toujours beaucoup d'eaux, & le terrain qui les renferme se trouve toujours avoiser, ou avoir été autrefois voisin de quelque prairie, de quelque terrain marécageux, de quelque lit de ruiffeau, de quelque bras de rivière. Ce sont ces eaux qui ont concouru à cette espèce de dépôt particulier en couches solides, tantôt de fausse glaise, c'est-à-dire, qui perd plus aisément à l'air son humidité, s'y définit en conséquence plus promptement, tantôt de la véritable glaise de bonne qualité (a). Le bois pourri, les débris de racines ligneuses très-dures, qui approchent de la nature des *holz-kohlen*; les petits lits même de tourbe, qu'on trouve toujours en grande quantité dans la glaise; les couches glaiseuses peu épaisses, qui se trouvent dans toutes les carrières de pierres, sont des décompositions opérées par la présence de l'eau vitriolique en terre.

457. EN somme tout, un chimiste pourrait dire que l'argille est la terre visqueuse, résultante de la destruction des végétaux sur la surface de la terre, & qui conserve encore assez de matières végétales non détruites, pour lui devoir la propriété qu'elle a de se modeler. La glaise au contraire est la même terre enfouie plus profondément; par cette position en terre, elle a été par succession de tems exposée à des délavations continuelles, qui en même tems qu'elles la dépurent, y ont transporté quelque acide minéral, notamment le vitriolique, qui concourt à augmenter la ténacité de cette terre par l'état presque salin qu'il lui donne.

458. POUR suivre, dans l'ordre le plus naturel, l'état que nous allons donner des différentes terres grasses qui entrent dans notre manipulation, nous commencerons par les argilles proprement dites, placées à la superficie plus que la glaise; nous y comprendrons les sables qui tiennent de la nature de l'argille, ou les argilles qui sont mêlées avec beaucoup de sable; nous passerons ensuite au second genre, que nous appellons *glaise*.

De l'argille commune en général, & de ses especes.

459. L'ARGILLE, que j'appelle ainsi pour la distinguer de l'argille-glaise,

(a) Comme je l'ai remarqué dans le terrain qui a été fouillé pour la Gatte en face de l'hôpital, sur le bord de la Seine, &

dans l'isle sur laquelle est aujourd'hui le nouveau pont de Neuilly. Voyez l'Histoire de l'acad. royale des sciences, ann. 1769.

est une terre ordinairement placée superficiellement , & plus commune par cette raison que l'autre , composée de parties grenues , douces au toucher , tenant toujours une quantité plus ou moins considérable d'humus , de glaise , de sable , de gravier , de craie , de marne , de mica , de talc , de parties ferrugineuses & autres substances étrangères , alkaliues ou calcaires. Ces mélanges variés altèrent à l'infini la ténacité & la viscosité des argilles , & produisent , quant à leurs diversités , quant à leurs proportions & leurs espèces , les variétés essentielles que présentent non-seulement les différentes argilles considérées ici , mais même celles qui sont enfouies profondément ; ce qui les fait distinguer par plusieurs auteurs en quantité d'espèces. Vallerius en compte dix ; Lister , en Angleterre , en porte le nombre jusqu'à vingt-deux.

460. PLUS l'argille est exempte d'alliage , plus elle approche de l'argille-glaife , & plus elle est pure ; de manière qu'il serait possible de distinguer l'une de l'autre , en appelant la glaise , *argille de première qualité* ; & l'argille commune , *argille de seconde qualité* , sans que néanmoins cette dénomination d'*argille pure* puisse être prise dans un sens strict , puisqu'il n'y en a point qui soit absolument de cette espèce , & qu'elle ne l'est jamais que par comparaison. En parlant de la seconde espèce d'argille ou argille-glaife , qui par l'homogénéité que l'on y remarque , se rapproche davantage de cet état de pureté , nous indiquerons les différens signes auxquels on peut le reconnaître : nous n'avons ici qu'à indiquer les propriétés générales de l'argille.

461. CETTE terre se distingue aisément à l'impression onctueuse qu'elle laisse sur la langue. Cette viscosité est tellement particulière à l'argille , que l'eau dans laquelle on en met détrempé , paraît glutineuse. Les parties qui la composent ne s'y résolvent pas avec facilité ; mais quand elles y sont une fois résolues , elles s'en précipitent difficilement. Les argilles enfin ne se dissolvent point par les acides.

462. ON doit ranger dans une classe séparée , une espèce de terre qui se trouve presque par-tout dans les campagnes , sur-tout dans quelques provinces & aux environs des terrains marécageux ou humides. Les gens de pied qui passent dans ces endroits , connaissent bien vite ces terres à l'incommodité qu'elles ont de se pelotonner sous leurs pieds , de s'attacher aux souliers en grand volume. Les voitures qui charroient en tems de pluie dans les terrains de ce genre , en remportent toujours sur toutes les parties des roues un enduit mâtiqué par couches , qui fait croûte très-dure & très-épaisse.

463. QUELQUES-UNES de ces terres sont assez ductiles à la main pour pouvoir se manier en apparence , & susceptibles , à force d'être corroyées , de se tourner , ce qui les rapproche fort d'une véritable argille , même d'une glaise. Cette substance n'est cependant qu'un humus léger , très-peu fertile , plutôt vaseux & limonneux que gras & argilleux , & qui ne peut absolu-

ment être nommé ni argille, ni glaise. J'ai examiné plusieurs de ces terres. Lavées & paillées au tamis, elles en forment assez facilement, presque tout entières, ne laissant qu'un dépôt de fragmens de coquilles, de petites pierres, &c. Aussi une bonne moitié est soluble dans les acides.

464. LES atterrissemens ramassés dans le voisinage ou sur le bord des rivières, sont de la même espèce, mais d'une qualité moins inférieure : il se trouve de ces *alluvium* (a) qui se sont durcis à la longue, & forment des couches qui vont jusqu'à quinze pieds d'épaisseur : il s'en est trouvé dans la fouille faite pour la Garre commencée au-dessus de la Salpêtrière, & qui portait sur un lit d'argille maigre d'une épaisseur de deux ou quatre pieds.

465. DANS l'enceinte de l'atelier établi à la Rapée, sur le bord de la Seine, par les entrepreneurs du chauffage économique, préparé avec le charbon de terre, il s'était trouvé une terre de cette espèce. Le particulier auteur du projet de privilège, qu'il gouvernait & exploitait presque seul, n'ayant de l'apprêt en question que l'idée d'une impastation, que cette connaissance grossière décrite par M. Carrey, avait regardé cette terre d'*alluvium*, placée à la portée de sa besogne, comme propre par sa ductilité à remplir l'objet ; de son chef il la préféra à l'argille que j'avais adoptée.

466. Il passa un tems considérable à faire fabriquer sous ses yeux une grande fourniture de pelotes, dont le chauffage ne représentait en aucune façon celui dont les commissaires de l'académie & de la faculté de médecine avaient approuvé la qualité. Dans les endroits où l'on n'aurait pas de bonne argille, on pourrait à la rigueur tirer parti de ces limons ; mais leurs inconvéniens sont aisés à juger, & ils ne sont pas indifférens. 1°. La difficulté que ces terres ont à être bien corroyées, est un défaut pour la manipulation. 2°. En se desséchant au feu, elles se séparent aisément, mettent en prise à l'action du feu tout le menu charbon ; c'est précisément le contraire de ce que l'on cherche : dès-lors l'usage de cette terre ne remplit point l'objet qu'on se propose dans l'impastation. 3°. Pour peu que ces terres soient vaseuses ou limonneuses, elles peuvent dans le feu exhaler une odeur fétide : dans le début d'une entreprise telle que celle dont il s'agissait, il était important de viser à une fabrication la plus parfaite possible ; & l'emploi de cette terre, qui avait l'avantage de ne rien coûter, devenait une économie vicieuse à tous égards.

467. LES terres qui appartiennent vraiment à la classe des argilles communes, & qui peuvent entrer dans la fabrication du charbon de terre apprêté, sont celles employées par plusieurs manufacturiers en terres, sous le nom de *terres fortes* : nous allons les passer en revue.

(a) Sable ou limon apporté par degrés par les eaux, à la rive d'un fleuve ou d'une rivière.

Argilles communes ou argilles - terres, nommées par les ouvriers, terres fortes.

PREMIERE ESPECE. *Argilles dites terres à briques.*

468. Au défaut de terre propre à faire de bonnes briques, qui n'est pas commune en France, les manufacturiers dont les opérations s'exécutent sur les terres communes, comme les tuiliers, les briquetiers sur-tout, & même ceux qui fabriquent des creusets, emploient indifféremment, telles qu'elles se trouvent, pour peu qu'elles soient ductiles, différentes terres franches qu'ils nomment *terres fortes*, & ils les appellent improprement *terres à briques*. Ce manque de choix est peut-être aussi, comme nous l'avons fait remarquer, en partie cause des imperfections & des défauts de nos briques; il faudrait pour ces ouvrages une terre d'une qualité moyenne entre les argilles communes qui sont trop maigres, & l'argille-glaife. Dans ce pays, on emploie communément les différentes terres tenant argille, ou les sables de cette nature, dont nous allons parler, en les mêlant avec la glaife appelée *belle*, & que les ouvriers appellent par cette raison, mais mal-à-propos, *terre à brique*, *terre à tuile*, *terre à potier*. La description de l'art du tuilier & du briquetier renferme tout ce qu'on peut désirer sur les especes de terres appliquées en différens endroits à ces usages. Un écrivain (a) définit celle qui y conviendrait, *une cinquieme qualité de glaife*, qui differe de la glaife en ce que l'eau filtre aisément au travers, & qu'elle n'est point mêlée de pierres. Celle dont on se sert dans plusieurs pays, & avec laquelle on fait de très - bonnes briques fort dures & fort compactes, est une argille bleue, grossiere, rude au toucher, & qui se précipite aisément au fond de l'eau. (b) Il s'en trouve près de Perpignan en Roussillon une très - bonne; je n'en connais point la qualité.

Argilles communes, dites terres à four; terres des poëliers.

469. L'ARGILLE ou l'espece de terre argilleuse, nommée *terre à four*, parce qu'on s'en sert pour la batiide des fours, celle dont se servent les poëliers & qui en porte le nom, sont de la classe de celles qui sont connues sous la qualification générale de *terres franches*, mais qui sont mêlées à une assez grande quantité de terre argilleuse, maigrie par une certaine proportion de sable: ce qui fait qu'elles sont moins susceptibles de s'étendre & de se gonfler dans l'eau, que les argilles. En raison des proportions de sable, elles sont plus ou moins légères, &

(a) Dont je ne puis me rappeler ni le nom, ni l'ouvrage.

(b) *Argilla plastica particulis crassio-*

ribus. Waller. *Argilla rudis martialis multo sabulo mixta, aut limus.* Wolfhard. *Argilla rudis arenosa martialis.* Cartheuf.

sont distinguées par les noms de *terres fortes* ou de *sables*. Les différentes couleurs qui se remarquent dans les unes & dans les autres, sont dues à des terres ferrugineuses, & n'influent en rien dans les usages auxquels on les applique. Celle qui est réputée la meilleure pour ces ouvrages & pour ceux des potiers, est nommée *terre forte*, afin de la distinguer des autres de ce genre, qui se rapprochent moins des terres argilleuses. Elle est douce au toucher; dans l'état de siccité, elle est communément friable sous les doigts, légère & d'un jaune clair; dans l'eau elle s'étend & se gonfle; au feu elle se dessèche en se gercant.

Argilles communes.

SECONDE ESPECE. *Argilles - terres ou argilles - sables.*

470. DANS cette classe il faut ranger des terres qui approchent plus de l'état sableux que de l'état argilleux, & qui semblent avoir perdu leur viscosité par quelque cause antérieure: fraîches ou seches, elles ne sont point douces au toucher, comme celles appellées *terres fortes*. Leur composition ordinaire est formée de sables ou de particules quartzeuses égales, communément mêlés dans une proportion convenable avec une argille seche diversement colorée, qui donne du corps à ce sable, & le rend propre en général à faire des moules pour les fondeurs.

471. Ces différens sables assez communs dans plusieurs environs de Paris, ne sont point effervescence avec les acides: au feu ordinaire, ils pétillent, blanchissent, se durcissent sans se gercer; poussés à un degré plus violent, ils se vitrifient.

472. IL s'en trouve de secs, de friables, comme farineux & moins mêlés de parties argilleuses ou autres: ce qui fait qu'ils sont blanchâtres, & ne peuvent point prendre la consistance nécessaire pour qu'on puisse y former le creux de ce qu'on veut y mouler (a); mais il y en a de gras au toucher, & qui n'entrent pas en fusion sans addition. Le coteau de Marly-le-Roi est riche en terre franche de ce genre, un peu sableuse & assez grasse.

473. LES especes de ce sable, distinguées par les naturalistes, sont au nombre de deux; savoir, le sablon terreux ou argilleux grossier; (b) le sablon argilleux fin. (c)

474. CELUI qui est préférable à tous, est celui qu'on nomme *sable jaune des fondeurs*, connu sous le nom de *terre forte* (d), également jaunâtre ou pâle, & en masses pelotonnées semblables à de la terre, c'est-à-dire, friables & arides;

(a) Sable stérile des fondeurs.

(d) *Glarea, terra fortis dicta. Arena*

(b) *Glarea argillosa crassior. Waller.*

lutea fusior.

(c) *Glarea argillosa tenuior. Waller.*

les

les parties en sont grossières, très-faciles à distinguer, mais d'un grain égal, ce qui les rend un peu plus doux au toucher : la terre qu'on remarque autour de ces grains sableux, les rend propres à se lier, &, comme on dit, à se *taper* ; la terre a quelque souplesse, est capable de compression, d'où elle a de la disposition à s'accrocher & à former ainsi un corps. L'espece supérieure & la plus estimée parmi tous ces sables argilleux des environs de Paris, est celui de Fontenay-aux-Roses, dont nous parlerons en particulier.

475. Les argilles de la première espece pourraient entrer dans l'apprêt de la houille pour le chauffage ; mais elles sont assez rares dans les environs de Paris. Dans les endroits où il s'en trouverait qui fussent un peu trop fortes, & qui se rapprochassent de la glaise, on pourrait les maigrir en y ajoutant des terres de la seconde qualité. Ces dernières, qui pourraient convenir à l'apprêt de houilles faibles ou moyennes, n'étant pas suffisantes pour d'autres, elles ont l'avantage de pouvoir être employées utilement avec quelques bonnes terres franches, ou avec la glaise qu'il est nécessaire de maigrir pour la rendre propre à cette fabrication, ou avec quelques marnes, dont la nature se rapproche de celle des argilles. (a)

Argille-glaise, connue généralement sous le nom de glaise, & quelquefois nommée terre à potiers.

476. La glaise est proprement l'argille ; mais c'est, comme nous l'avons dit, la portion la plus affluée de grains & de molécules bolaires dissolubles, qui constituent l'argille-terre dont est formée la première enveloppe du globe, où elles se régénèrent sans cesse par la décomposition des matières végétales & animales. Ces parties argilleuses les plus ténues, quand elles se sont trouvées au-dessus de couches telles que celles qui se reconnaissent dans le massif du terrain des glaisières, ces parties ont éprouvé au travers de ces couches une sorte de filtration, se sont déposées dans une plus grande profondeur que l'argille-terre, se sont réunies en une masse homogène d'une épaisseur considérable. Cette idée sur l'histoire naturelle & sur la formation de la glaise, différente de l'explication par les anciens atterrissemens de rivières, & qui tient à l'histoire & à la théorie de la terre, si magnifiquement développée par M. de Buffon (b), prend un nouveau degré de probabilité, lorsqu'on porte attention aux couches qui se rencontrent dans les fouilles où il se trouve de la glaise. Les différens bancs placés au-dessus des lits de glaise, sont la plupart de coquillages, de caillou-

(a) Il sera bon, sur ces différentes argilles ou marnes dont il va être parlé, de se rappeler l'état que nous en avons donné dans le tableau général des mines de char-

bon d'Angleterre.

(b) *Histoire générale & particulière du cabinet du roi*, tome I, art. 7, sur la production des couches du sol de la terre.

Tome XVII.

E c c o

tages, de sables, de tuf, de pierres tendres & légères, de *stratum* feuilletés, & autres matieres propres à servir de filtres aux eaux qui étaient parvenues jusqu'à elles. J'en ai fait pour la première fois la remarque, en suivant la fouille exécutée en 1751, 1752 & 1753, dans une des avenues plantées derrière la cour du dôme de l'hôtel royal des Invalides, pour établir le grand puits de l'école royale militaire. Le terrain dans lequel il est assis, n'est presque qu'un massif de lits glaiseux, différens par la pureté, la couleur, & la consistance, & qui ne sont interrompus dans une profondeur de près de 120 pieds, que par quatre bancs de rocs, dont un seul, à peu près vers le milieu de la fouille, est dur & entier. (a) Le banc de glaise de 102 pieds d'épaisseur, rencontré à 130 pieds de profondeur, en creusant un puits à Amsterdam, n'est précédé que de lits de sable, matiere parfaitement analogue à l'argille, & du même genre, selon la remarque de M. de Buffon, & que l'on reconnait très-favorable à ce suintement des matieres limonneuses détrempées. La description d'une glaisière, publiée par M. Guettard (b), celle de la glaisière du petit-Gentilly, par M. Sage, & que nous donnons ici, viennent absolument à l'appui de cette espèce de transcolation de l'argille superficielle, pour former les argilles-glaises.

477. DANS cette profondeur où est placée l'argille-glaise, plus généralement connue du vulgaire que l'argille-terre, sa consistance est naturellement molle, au point de pouvoir recevoir différentes formes qu'elle conserve étant séchée & durcie, & d'être la seule qu'on puisse tourner à la roue : sa texture est fine, serrée, point grenue ; elle se corroie difficilement dans l'eau, & conserve très-long-tems l'humidité qu'elle contracte.

478. SA couleur est d'un gris varié, depuis le plus foncé jusqu'au clair ; il s'en trouve aussi de couleurs plus relevées ; dans les ocrières, il y en a de violettes, de bleuâtres, de gris-de-lin ; on distingue encore celle des sculpteurs, que les ouvriers emploient par préférence. Il y en a de couleur verte : au petit-Gentilly, près Paris, on tire de la glaise blanche ; à Vitry, situé sur la pente de la montagne de Villejuif, on en tirait de la bleue, dont se servaient les potiers. M. Darcet (c) a remarqué que celle-là fondait au feu, & que sa scorification était ferrugineuse. Enfin il s'en trouve de rouge qui ne sert que pour les distillateurs d'eaux-fortes.

(a) On peut voir le détail que M. Guettard a donné de ces différentes couches dans le volume des mémoires de l'académie des sciences, pour l'année 1753. *Mémoire sur les pondiques.*

(b) Description minéralogique des environs de Paris, mémoires de l'académie des sciences, 1756, page 227.

(c) Mémoire sur l'action d'un feu égal, violent & continué pendant plusieurs jours sur un grand nombre de terres, de pierres & chaux métalliques, essayées pour la plupart telles qu'elles sortent du sein de la terre, lu à l'académie royale des sciences, les 26 & 28 mai 1776.

479. M. Darcet observe, quant aux couleurs des glaises, que celles qui sont blanches, ont en général moins de liant que les glaises bleues. La pureté de l'argille se reconnaît de deux manières : l'effervescence sensible qu'elle fait avec les acides, indique la présence des substances alcalines ou calcaires. Dans le feu, l'argille pure se distingue en ce qu'elle se rétraint, diminue beaucoup plus de volume, & y acquiert plus de dureté que celle qui est moins pure; car plus les argilles sont pures, plus elles se calcinent & acquièrent de la dureté, au point de s'y consolider, de prendre corps, jusqu'à y acquérir la consistance de pierre dont on peut tirer des étincelles avec le briquet.

480. M. Darcet a reconnu que l'argille blanche a éminemment la propriété de résister au feu; qu'elle est d'autant plus pure qu'elle est plus blanche. Lorsqu'elle est dans cet état, & que le lavage l'a bien séparée des pierres & du sable qui l'accompagnent, cette argille lui a toujours paru absolument infusible: au feu, elle prend assez de corps pour faire feu avec le briquet; mais cela a son terme.

481. CETTE ténacité qui rend l'argille plus ou moins propre à être maniée par l'ouvrier, ou à résister à l'action du feu avant de se mettre en fusion, & qui lui est communiqué par un bol dissoluble qu'on lui enlève avec l'acide vitriolique, varie à proportion que l'argille est plus ou moins mêlée de terres métalliques fuscées ou calcaires, pourvu toutefois que ce mélange n'aille pas jusqu'à lui ôter sa consistance serrée; car alors elle est argille-terre ou marne.

Glaïse calcaire ou marne.

482. CETTE espèce, très-différente de l'argille-terre & de l'argille-glaïse; & qui s'en rapproche assez, est molle & forte quand on la tire de terre, mais se réduit aisément en poussière quand elle est exposée à l'air; au goût elle est sèche, insipide, & tient à la langue.

483. Les marnes sont toutes, ou la plupart, argilleuses; c'est-à-dire; qu'elles ont la glaïse pour principale terre: mais elles diffèrent beaucoup des argilles-terres, en ce qu'au lieu de sable, elles ont la craie sous ses différents états, pour constituer leur état argilleux. Il est donc important de ne point confondre les argilles avec les marnes ou glaises calcaires, comme cela est très-ordinaire parmi les agriculteurs. (a) Par l'état des différens sols reconnus dans une fouille faite à cent pieds de profondeur, pour un puits à Marly-la-Ville, où il s'est trouvé beaucoup de couches de marne, il paraît que la composition du terrain qui sert de matrice à la glaïse calcaire, est très-

(a) On peut en général distinguer trois sortes de marnes, la marne argilleuse ou marne à foudons, différente de l'argille à foudons, la marne ardoisière, c'est-à-dire, vraisemblablement, qui se débite par feuillets, & la marne coquillière.

E e e e ij

différente de celle des terrains qui renferment l'argille-glaife. (a) Les caractères distinctifs des marnes font, entr'autres, plus de finesse dans leur tissu, la propriété qu'elles ont principalement de se dissoudre en entier dans les acides & dans l'esprit de vin, de ne pas se lier dans l'eau, & au contraire de s'y défunir promptement, enfin de fertiliser les terres en se résolvant à l'air.

Terres à pipes, terres à saïance commune.

484. LES terres à pipes sont mises, par l'auteur du *Diïonnaire d'histoire naturelle*, au nombre des marnes. Celles que M. Rigaud, physicien de la marine, a soumises à ses observations, appartiennent à la classe des argilles. (b) La première des couches qui forment le banc donnant la terre à pipes, pourrait être employée à l'apprêt du charbon de terre. Quelques mines de charbon en renferment; elle est assez commune autour de Boulogne, & sur les bords de la Seine au-dessus de Rouen.

485. LA terre à saïance, qui se fouille près de Nevers sur une hauteur, est une espèce de marne placée sur un lit de sable épais de trois à quatre pieds, assez solide quand on la tire de terre, & perdant sa consistance à l'air.

Qualités générales requises dans les argilles, pour être appliquées à la fabrication de la houille apprêtée.

486. DE toutes les argilles-glaïses, celles qui en se desséchant au feu, se gercent, se retirent, c'est-à-dire, qui, après qu'elles ont été calcinées, occupent moins de volume qu'avant la calcination, ne conviennent point tant à l'apprêt des houilles, que les argilles dures à cuire, qui se fondent & même qui se vitrifient au feu.

487. LE sable, qui entre pour beaucoup dans la composition de l'argille, influe sur la qualité de cette terre & sur son effet pour le mélange avec la houille. Si ce sable est par gros grains, s'il est le résultat de débris de silex, s'il est accompagné de pierres calcaires, comme il s'y en rencontre en grande quantité, l'argille qui en contiendra, étant exposée dans le feu, éclate, & n'est point propre à entrer dans la préparation du charbon de terre. Ce sable est-il fin & de bonne qualité? est-il disposé à prendre de la transparence dans le feu, à se changer plus ou moins aisément en verre? n'est-il pas en trop grande abondance? l'argille de bonne qualité en proportion de ces variétés, n'est point défavantageuse dans l'apprêt dont il s'agit. Celles qui ont une disposition plus ou moins grande à la fusion, telle qu'elles se fondraient pres-

(a) Voyez cet état publié dans l'art. VII de l'*Histoire du cabinet du roi*.

(b) *Description de l'art de faire les pipes à fumer du tabac*, par M. Duhamel.

que seules, qui seraient vitrifiées par l'ardeur du feu du charbon de terre, y conviennent plus que les argilles tenant toute autre espèce de sable ou de terre étrangère, qui les rendent réfractaires & infusibles. Dans les essais nombreux que j'ai faits avec toutes sortes de charbons de terre mêlés dans des proportions étudiées à différentes fortes d'argilles, j'ai eu occasion de remarquer quelquefois une particularité assez intéressante touchant l'effet des bonnes argilles dans le feu avec le charbon de terre : des pelotes ou hochets de charbon chaud amalgamé avec de la bonne espèce d'argille vitrifiable, maniés dans le fort de l'embrasement avec la pincette, ou fondés avec le fourgonnier, se trouvaient amollis dans leur totalité, au point qu'il s'attachait à ces utensiles des portions de matière liquée que je ramenais en filandres (a) : un charbon de terre, gras à un degré éminent, abondant en bitume, ne m'a jamais paru produire seul un effet aussi marqué. Qu'il me soit permis de hasarder ici les idées que m'a présentées cette observation. Une des propriétés de l'argille est de se charger volontiers des matières grasses ; elle a aussi une affinité bien certaine avec la houille ; on a vu qu'elle est toujours une des parties constitutives de ce fossile ; l'activité du feu d'un charbon chaud, l'huile ou le bitume auquel ce fossile doit une partie de sa propriété inflammable, ne seraient-ils pas capables d'opérer une forte de vitrification d'une bonne argille qui y serait alliée ? Le laitier, résultant de la houille brûlée toute seule, n'en offre-t-il pas des vestiges ? Les glaïfes ne sont-elles pas déjà elles-mêmes regardées par un savant physicien naturaliste, comme les scories ou les parties décomposées d'une matière qui naturellement a été vitrifiée ?

488. En tâchant, par les notions générales que nous venons de donner sur les différentes terres grasses, d'aider à connaître par l'inspection, par la comparaison, les argilles - terres, les argilles - sables, les argilles - glaïfes calcaires, nous ne prétendons point que cela soit encore suffisant pour guider complètement dans le choix à faire des unes ou des autres, pour l'apprêt du charbon de terre dans les proportions variées de leurs mélanges, ou seules ou ensemble, selon la nature du charbon. L'épreuve à l'eau-forte, moyen très-sur & très-prompt (b), ne serait pas même décisive : lorsqu'il

(a) M'étant chauffé pendant deux heures consécutifs avec des pelotes ou hochets de quantité de différents charbons de terre, & apprêtés différemment, il ne m'a pas été possible de reconnaître bien précisément quels étaient ceux qui font le sujet de cette observation ; mais je crois pouvoir être certain que c'était de très-bon charbon de Fins,

avec du sable de Fontenay seul.

(b) Qui fait connaître, lorsque les esprits acides dissolvent ces matières sur-le-champ avec chaleur & effervescence, qu'elles sont calcinables ; & que celles au contraire qui résistent à ces esprits, & sur lesquelles ils ne font aucune impression, sont vitrifiables.

s'agirait d'une fourniture de chauffage pour un hiver, on juge qu'il serait très-défavorable de ne pas l'avoir bien conditionnée. Il n'y a rien de mieux, pour s'assurer de la bonne qualité de ces argilles & de leur mélange bien entendu, que de faire des essais en petit sur des demi-minots de charbon de terre.

489. COMME cette fabrication pourrait être exécutée en petit ou en grand hors de Paris, où le prix du charbon de terre ne serait pas encore augmenté exorbitamment par les droits, j'indiquerai ici, pour rendre plus certain le succès des premières opérations que l'on voudrait tenter, les différens endroits de nos environs, où se trouvent les argilles-glaïfes propres à entrer dans cet apprêt; les endroits où se trouvent les argilles-terres & les argilles-fables, propres à être mêlées avec l'argille-glaïfe, & dont quelques-unes peuvent à la rigueur être employées seules à l'impression de la houille: attendu aussi l'avantage qu'il y aurait pour une entreprise de ce genre, d'établir l'atelier dans le voisinage de quelqu'une de ces terres, & même de prendre le terrain à bail ou en toute propriété, nous dirons un mot de ce qui a rapport à la fouille de ces différentes argilles.

Endroits où il se trouve des argilles-terres & des argilles-glaïfes, dans l'étendue de la banlieue de Paris, & une lieue plus loin; avec des remarques sur les différentes terres de ces endroits.

490. POUR commencer par les argilles-terres & les argilles-fables, nommées par les ouvriers *terres fortes*; elles se trouvent dans deux parties de la banlieue de Paris (a). Celle où elle paraît répandue en plus d'endroits, forme une espèce de demi-bassin environné de la rivière de Seine, à prendre cette rivière en remontant à Ivry & à Vitry, & suivant ensuite son cours jusqu'à Ixly; de manière que la plaine de Montrouge pourrait être regardée comme le centre: l'autre partie, directement opposée à la plaine d'Ivry, est le quartier de Vincennes.

491. *Quartier de Vincennes.* LE quartier qui avoisine Picpus, entre Saint-Mandé & Vincennes, ne fournit que des argilles-fables, nommées par les manufacturiers *terres franches & terres à four*. Dans deux endroits fort près l'un de l'autre, on en trouve de très-différentes en qualité. Le premier endroit est au sortir de la rue de Picpus, dans le chemin qui fait fourche pour aller d'une part à Charenton, & de l'autre à Saint-Mandé: celle-là, de couleur

(a) Il sera à propos de se rappeler que ces différentes terres diffèrent, non en raison de ce qu'elles sont plus ou moins faibles, comme on pourrait le désigner (car

elles le sont toutes), mais en raison de ce qu'elles tiennent plus ou moins de parties argilleuses ou glaïfeuses.

grise, paraît assez grasse; mais elle est sèche & fort faible. L'autre est à peu de distance, derrière ce monticule, dans les vignes qui bordent le chemin allant joindre celui par lequel finit la rue de Picpus, tout à l'extrémité de la rue de Reuilly, débouchant dans la vallée appelée *grande vallée de Fécamp*. Cette terre est très-grasse & la meilleure de toutes celles de ce canton que je connais; elle laisse voir un mélange naturel considérable de glaise toute faite; elle est semée de beaucoup de marrons glaiseux, dont il y en a de gros presque comme le poing, & remarquables par une singularité: la masse, en se séchant en-dedans, se trouve composée de pièces qui se sont défunies, & qui en laissant un vuide au milieu, sonnent lorsqu'on agite ces marrons, espèces de géodes glaiseux.

492. *Grand-Bassin*. Le terrain que je désigne par ce nom, est différent de l'autre, étant borné dans la moitié de son étendue par la rivière de Seine. On y trouve non-seulement de l'argille-fable, mais encore de l'argille-glaise. Tout le quartier de la campagne, avoisinant les faubourgs de Paris, où l'on a formé les nouvelles promenades derrière les chartreux, & tout le faubourg Saint-Jacques jusqu'au Clos-Païen, n'est presque à droite & à gauche, sur-tout à droite, que de la première espèce de fable dont nous allons parler d'abord.

493. *Au petit-Montrouge*, à l'endroit où la route du Maine vient se rendre dans la grande route d'Orléans: c'est de là que se fournit la fabrique de carreaux établie à Vaugirard.

494. *A Fontenay-aux-Roses*. C'est un sable de couleur tirant sur le jaune, fort doux & un peu gras, un peu coulant (a), très-fin, très-liant, composé de grains d'une égale grosseur, mêlé d'argille jaunâtre & ferrugineuse, qui a la propriété de sécher facilement. Les maîtres fondeurs de Paris le prétendent si supérieur à tous les autres pour leurs ouvrages, qu'il s'en envoie en pays étranger; ils le corroient pour s'en servir: la voie de ce sable coûte cinq livres. Outre la propriété d'être liant, qu'a le sable de Fontenay, il a encore celle d'être très-fin, & en général celle d'être d'une égale grosseur de ses grains; ce qui n'occasionne point de felures ni d'inégalités sur les pièces que l'on jette dans les moules faits avec ce sable, d'où il procure des fontes parfaites. (b)

495. *Monfivry*, entre Villejuif & Bicêtre, petit canton sur le haut de la montagne où passe le grand chemin de Paris à Éclonne, immédiatement

(a) Ou mouvant, dont les parties sont plus déliées. *glarea mobilis*.

(b) Par la poussière de charbon dont les fondeurs saupoudrent leurs modèles, afin qu'ils se détachent facilement du sable

dont le moule est composé: ce sable prend une couleur noire, qu'ils nomment *sable noir*, mais qui, comme on voit, n'est pas une différence naturelle.

avant d'arriver à Villejuif, à main gauche, tout à la tête du village : c'est un sable peu gras, très-délié; les potiers de terre en envoient prendre ; ils l'estiment plus que tous les autres. (a)

Dispositions de ces sables gras, en terre. Manière de les fouiller.

496. CES argilles-sables, ou sables gras, & ces terres argilleuses, forment dans le terrain où elles se rencontrent, des lits d'une épaisseur considérable, comme les fablonnières; on observe seulement que cette épaisseur pour les argilles moins sableuses, va au-delà de quinze pieds, & que pour celles qui le sont davantage, elle n'est guère que de cinq pieds environ.

497. CETTE épaisseur n'est point ce qui règle dans l'extraction des terres ; la fouille se fait comme pour les fablonnières, excepté qu'elle n'a point autant d'étendue en circonférence. Ce qui s'en enlève d'abord, fraie un chemin à la voiture; la fouille qui se fait ensuite, ne se continue que dans une profondeur suffisante pour que l'ouvrier puisse jeter hors du trou, qui alors se trouve toujours plus bas que l'ouverture de la tranchée où peut arriver le tombereau; cela forme en tout, selon l'expression des ouvriers, quinze pieds de découverte pour les terres qui sont moins sableuses, & cinq pieds pour celles qui le sont davantage. Lorsque l'ouvrier est parvenu au point qu'il lui est impossible de jeter ses pellerées de terre hors du trou, il ne creuse pas plus avant, il démolit la couche extérieure du terrain, qui formait les bords du fossé dans lequel il travaillait; avec cette terre qu'il démolit, il remplit le même trou qu'il va abandonner.

Des glaifères en général, & des substances fossiles qui sont particulières à l'argille - glaife.

498. L'IDÉE que nous avons donnée de la composition des terrains qui renferment de la glaife, n'était qu'un éclaircissement de la différence que nous avons établie entre cette argille & l'argille-terre éparée dans les couches supérieures. Outre ces différens lits, qui n'ont fixé notre attention que relativement à la formation de l'argille - glaife, il se trouve des substances inflammables qui semblent particulières à quelques couches glaifeuses, & qui se rencontrent plus ou moins ordinairement dans les fouilles de glaifères; ce sont des matières pyriteuses & des terres tourbes, remarquables en particulier par l'analogie qu'elles annoncent entre les argilles-glaifes, le *holtz-kohlen* ou charbons de bois tourbe, la tourbe & le charbon de terre. Les notes que

(a) Les potiers se fournissent de leurs terres à la vallée Tiffar, dont j'ignore la situation.

pourraient

pourrait mériter ces différentes substances, lorsque nous viendrons à les nommer dans l'état des lits de glaise, pouvant interrompre cette description, nous avons jugé devoir en faire ici un article à part.

499. LA principale substance qui se rencontre le plus ordinairement dans ces fouilles, est la pyrite; elle s'y trouverait encore en plus grande quantité, sans les eaux qui la détruisent dans les couches qu'elles traversent. Les pyrites des glaisières sont communément martiales & rarement cuivreuses; on les y rencontre sous différentes formes. Les pyrites configurées irrégulièrement, sont appelées par les ouvriers employés aux travaux, *fer à mine*; celles-là ne sont point martiales; les potiers les appellent *clous*. Quand elles sont configurées en gâteaux ou plaques de peu d'épaisseur, ils les nomment *plaguettes*.

500. UNE substance remarquable dans les différens lits terreux qui précèdent la couche glaiseuse, & qui en est le *teitum*, c'est la terre-tourbe ou la tourbe elle-même. Dans les puits d'Amsterdam, dont nous avons parlé plus haut, le premier banc de glaise molle, épais de neuf pieds, n'est séparé de la terre franche, qui forme une couche de sept pieds d'épaisseur, que par un lit de tourbe de neuf pieds d'épais, servant de toit au lit glaiseux.

501. LE véritable banc de la glaisière du petit-Gentilly est recouvert d'une couche du même genre, appelée la *ceudrée* ou le *ceudrier*; quand on la tire de terre, elle est noirâtre & semblable à quelques terres *tourbières*, dans la classe desquelles je crois qu'elle peut être placée: ce n'est qu'au bout d'un tems qu'elle prend la couleur qui lui a fait donner son nom. Elle est feuilletée, & ses couches sont assez liées les unes aux autres; au feu elles ne se désunissent point, elles y rougissent en exhalant une odeur sensible d'hépar sulfureux. M. Sage, dans l'énumération que nous donnerons d'après lui des différens lits dont est composée la glaisière du petit-Gentilly (a), pense que cette couche est dépourvue de tout le gluten qui en liait les parties, & croit qu'elle a éprouvé une violente chaleur; je soupçonne qu'il en a jugé par quelque morceau de *ceudrée*, qu'il n'aura examiné que long-tems après qu'elle aura resté exposée à l'air.

502. DANS la fouille du puits de l'école royale militaire, la neuvième couche était une glaise *ceudrée* de forte consistance. M. Guettard l'a regardée propre à être employée aux massifs de glaises qui entrent dans la construction des batardeaux. Parmi les bancs de terres glaiseuses & de glaises, qui forment, selon M. Guettard, l'assise des montagnes des environs de Paris, il s'en trouve une de couleur noire, dont les cassures sont brillantes presque comme du jayet. (b)

(a) *Examen chimique de différentes substances minérales*, &c. in-12, 1769.

(b) *Mémoires de l'académie des sciences*, ann. 1756, page 227.

503. DANS le chef-d'œuvre de bouleversement exécuté par M. Perronnet , pour applanir la montagne de Saint - Germain - en - Laye , à l'endroit où est la grande route de Normandie du côté de Marly-le-Roi , des tranchées qu'il a fallu ouvrir pour détourner une source d'eau très - abondante qui détruisait les travaux , ont fait découvrir à vingt-neuf pieds de profondeur , dans le cinquième lit glaiseux noir , qui formait la masse de la montagne , un morceau de bois fossile jayeté & converti en vrai jayet , qui portait sur un lit de pyrites. (a)

GLAISIERES DES ENVIRONS DE PARIS.

Glaisière de Vitry.

504. CETTE glaisière , située à environ deux lieues de Paris , sur la pente de la montagne de Villejuif , à peu de distance de la Seine , n'est plus travaillée : la glaise qui en provenait était de couleur bleue , très - belle , très - fine & très-onctueuse.

Glaisières du grand-Gentilly & d'Arcueil , à une petite lieue du centre de Paris.

505. DANS cette longueur de collines qui forment le vallon de la rivière des Gobelins , depuis Arcueil jusqu'au petit-Gentilly , il y a plusieurs puits dont on tire de la glaise. Le premier endroit est à la tête du grand - Gentilly , du côté d'Arcueil ; la profondeur du puits est de quarante toises ; le banc de glaise est de cinq pieds d'épaisseur environ , & partagé en deux membres qui se séparent naturellement l'un de l'autre , quoiqu'il n'y ait aucune matière intermédiaire ; il est couvert d'un lit de glaise , qu'ils appellent *fausse glaise* , qui est de couleur verdâtre. La couche la plus superficielle est nommée *reainte* ; elle a une teinte moins foncée que celle qui est au-dessous , & qu'on appelle la *rouge* , parce qu'elle est dans sa plus grande partie semée de couleur *marbrée* en rouge ; on y trouve même de tems en tems des places marbrées , entièrement remplies d'ocre sanguine , qui , détrempées par l'eau , occasionnent ces taches. La *rouge* est employée par les distillateurs d'eau-forte ; la *reainte* , pour les terres de faïence. (b) Elle se vend sur le lieu six livres la voie , composée de cinquante quartiers , tous de la même étendue , réglée par la beche employée à les couper en place , & pesant chacun de cinquante à soixante livres : il y a cependant des mortes qui ne pèsent que trente livres. La voie est quelquefois d'une voie & demie , &

(a) Voyez les mémoires de l'académie , ann. 1770 , page 252.

(b) Les journalistes de Paris font de très-bonnes mouffes de trois parties de la

glaise de ces environs & de celle d'Issy , mêlées avec deux parties de pots à beurre de Normandie , réduits en poudre médiocrement fine.

alors il y a pour le profit du voiturier quatre fois par morceaux de surplus de la voie , à laquelle on ajoute ordinairement deux au cent. La distance de l'endroit où il faut la faire voiturer , fait sur le prix total une augmentation qui , dans Paris , peut aller au double de ce que la voie revient à la glaïsière. Le chemin de celle-ci est presque impraticable en hiver.

Glaïsières du petit - Gentilly près l'hôpital de Santé , au haut du fauxbourg S. Marcel.

506. Au sortir du village , dans plusieurs parties de la côte opposée , on voit plusieurs fouilles dont on tire de la glaïse. La profondeur à laquelle elle se trouve , est différente de celle du puits situé du côté de Bicêtre : elle est près de moitié moindre. Dans le premier endroit , plus voisin du fauxbourg Saint-Marcel , on y distingue dans le lit , un troisième membre , qu'on nomme *glaïse blanche*. Quoique moins éloignée de Paris , & moins enfoncée que la glaïse de l'autre puits , elle me paraît moins affinée & moins belle , & se vend néanmoins le même prix que celle dont les puits sont plus éloignés du fauxbourg.

Description détaillée de la glaïsière du petit - Gentilly , par M. Sage. (a)

- I. Sous l'*humus*, terre végétale de 7 ou 8 pouces d'épaisseur , vient la *roche*, ainsi nommée parce que ce lit est assez dur & pierreux ; il se trouve toujours par morceaux ; sa couleur est d'un blanc jaunâtre mêlé de points blancs : 1 pied & demi.
- II. *Banc blanc*, pierre dont le grain est peu serré , & friable par conséquent : sa couleur est gris-blanc ; son épaisseur : 1 pied & demi.
- III. *Coquillière blanche*, pierre d'une solidité moyenne , empreinte de fragmens de coquilles , semée de points blancs : 2 pieds.
- IV. *Banc gris*, pierre très-dure , qui pourrait être propre aux bâtimens ; de couleur jaune , plus faible que la couche précédente , & lardée de coquilles entières : 2 pieds.
- V. *Cailloutage*, très-dur , d'une couleur un peu plus foncée que le banc gris , mêlé de taches vertes , & semé quelquefois de coquilles : demi-pied.
- VI. *Banc verd*, lit tendre , d'un jaune sale , tiqueté de points verds & blancs , semé quelquefois de fragmens de caillou : 3 pieds.
- VII. *Coquillière rouge*, d'un jaune qui tire sur l'ocre. On y trouve quantité de coquilles , dont les unes sont entières , les autres sont brisées : 3 pieds.
- VIII. *Sable*, banc qui est traversé d'un courant d'eau difficile à détourner : 9 pieds.

(a) Dans la brochure citée précédemment & sous le titre : *Manière dont on retire l'argille ou terre-glaïse dans les environs de Gentilly*, page 66.

F f f f ij

IX. *La grosse roche*, sable dont les grains sont peu liés, ce qui le rend friable; on y trouve des coquilles : il est de couleur blanchâtre, semé de points verts : 1 pied 6 pouces.

X. *Pierre de chien*, ainsi nommée à cause de sa dureté, qui fait qu'on ne peut la casser que par morceaux. Ordinairement elle est d'un pied d'épaisseur, & de deux pieds de large. On y trouve aussi quelques débris de coquilles : sa couleur est d'un blanc sale, tiqueté de points jaunes : 1 pied.

XI. *Fausse terre* de 8 pieds d'épaisseur dans sa totalité, arrosée de distance en distance de plusieurs petits filets d'eau, qui, lorsqu'on veut la détourner à l'aide de la glaïse, se fait jour d'un autre côté, d'où les ouvriers appellent cette eau, *maigne*.

Cette fausse terre donne à l'œil l'idée de trois couches distinctes; la première, de 2 pieds d'épaisseur, est une terre noire, friable, tant soit peu grasse, mêlée de charbon & de beaucoup de pyrites très-noires à l'extérieur & en partie décomposées. (a)

La seconde, de 2 pieds d'épaisseur, est une véritable terre-glaïse noire.

La troisième, qui lui sert de base, est d'un gris foncé, & de 2 pieds d'épaisseur.

Total 6 ou 8 pieds.

XII. *Terre verte*, paraît d'une nature peu différente de l'argille ordinaire; elle est entre-mêlée de taches vertes & grises : 1 pied & demi.

XIII. *Le cendrier*, terre sèche, presque point liée, à laquelle la couleur cendrée a fait donner le nom : 3 pieds.

XIV. *Terre argilleuse rouge* : on y remarque effectivement des taches rouges; mais le fond de sa couleur est gris; elle est semblable à la terre-glaïse ordinaire, & en a l'onctuosité; on n'y trouve point de pyrites : 8 pieds environ.

XV. *Fausse belle*; ainsi nommée, parce que sa couleur n'est pas si rouge que celle du lit précédent : 1 pied.

XVI. *Retainte*; de couleur grise : on y trouve des pyrites, que les ouvriers appellent *fer à mines* : 5 pieds.

XVII. *La belle* : la couleur de cette glaïse est grise, sans aucune veine : 40 pieds environ.

Total 95 pieds 8 pouces.

À cette description il manque, pour être complète, le lit placé sous cette belle, mais auquel on évite toujours soigneusement de toucher, à cause des eaux qui donnent avec une violence & une abondance capable de remplir

(a) L'auteur de la nouvelle exposition du regne minéral (1762) prétend que la pyrite qui se trouve dans les glaïsières de ces endroits, est la vraie pierre à feu des

anciens, autrement nommée *pierre d'arquebuse*; pyrites sulphureus, purus, nudus, WALLER. La pyrite solide.

eu peu de tems toute la carrière; les ouvriers ont même grand soin, par rapport à ce danger pour eux, de ne pas fouiller trop profondément cette dernière couche.

Glaifères de Venves, autrement nommées glaifères d'Isly.

508. Au bas de la côte qui borde l'avenue du château de S. A. S. Mgr. le prince de Condé, se trouvent ces glaifères, formant le pied de carrières de pierres que l'on a fouillées anciennement, & qui s'appelaient *carrières de Montargis*, du nom de M. de Montargis, conseiller d'état, à qui était alors le château.

509. On y trouve le banc de pierre, nommé *banc verd*, qui se trouve dans les carrières du canton de Mouxouris, proche la maison de Santé, & qui n'est, selon M. Guettard (a), qu'une continuité de celui des carrières qui sont dans ce même canton. Il croit que ce banc doit prendre l'inclinaison de la pente de ces montagnes, & baisser ainsi pour former ce banc dans les glaifères. On remarque qu'après avoir gardé le plan horizontal pendant un long espace, il plonge & descend selon la pente de la montagne, traverse les vallées, & remonte de l'autre côté dans les montagnes voisines, où il se retrouve souvent à une hauteur différente de celle où il était dans les premières montagnes.

510. Les glaifères dont nous parlons, sont peu éloignées d'un ruisseau venant de Clamart, & qui passe entre Isly & Venves, dont il fait le tour, & où il entre par-dessus une longue muraille qui est au-dessous de l'église, tombe dans un large canal servant à faire la lessive, & se répand dans plusieurs jardins. (b)

511. LA situation de ces glaifères sur une pente dont on a déjà tiré des pierres, ne laisse pas que d'abrèger la fouille; cependant une partie du puits est encore enfoncée dans une masse de grosses pierres qui rendent cette extraction dangereuse.

512. CES puits ont, en conséquence de l'inégalité du terrain, différentes profondeurs, quoique très-voisins les uns des autres. Sur le bas qui regarde le chemin du village d'Isly, il y en a de neuf, de douze toises de profondeur, avant d'arriver au banc de glaife; celui qui est à la tête de l'avenue sur la hauteur, a soixante pieds. La glaife du puits haut est marbrée, ce qui n'est qu'une empreinte de chaux de fer, due aux pyrites décomposées : la belle

(a) *Description minéralogique des environs de Paris.* Mémoires de l'académie des sciences, ann. 1756, page 236.

(b) Quelques cartes marquent la chute

de ce ruisseau dans la Seine, vers le moulin de Javelle; mais on n'en découvre aujourd'hui aucune trace dans la plaine; je soupçonne qu'il se perd dans les glaifères.

est grise sans aucune veine ; les autres puits n'en fournissaient pas encore de bien belle lorsque j'ai été visiter ces glaisières, & les eaux incommodaient fort les ouvriers.

Outils & ustensiles employés dans la fouille d'une glaisière. Manière dont se fait la fouille.

§ 13. Les outils employés à la fouille d'une glaisière ne sont point nombreux ; ils se réduisent à ceux qui suivent : une espèce de pioche, nommée par les ouvriers *incisoir* ; le manche a deux pieds & demi de longueur ; la lame affilée par le bout a deux pieds de long, deux pouces & demi de largeur, & quatre lignes d'épaisseur. Un *hoyau* ; il ne diffère de l'incisoir que par le manche qui n'a pas plus de huit pouces : c'est une espèce de couteau dont la lame a les mêmes proportions que l'incisoir. Enfin une *barre de fer* pour casser les pierres.

§ 14. Les ustensiles consistent en *cables*, un crochet recourbé en S, un ou plusieurs tonneaux pour enlever les eaux, ou pour avoir dans l'occasion des cuvelages tout faits.

§ 15. Les préparatifs & les manœuvres relatives à la fouille, sont très-simples ; nous nous servirons, pour en donner une idée, de la description qu'en a donnée M. le Sage. (a)

§ 16. A l'endroit où l'on veut ouvrir le puits, on établit un moulinet simple, semblable à celui usité dans les mines de charbon d'Auvergne ; il sert de même pour descendre & monter les ouvriers, ainsi que pour enlever ce que l'on extrait ; tout près de l'ouverture du puits, on construit une petite hutte, destinée à être le dépôt des pièces de glaise à mesure qu'elles arrivent au jour : le puits a cinq pieds de diamètre en largeur jusqu'à ce qu'on soit parvenu à une profondeur de vingt pieds ou environ ; au-dessous, on ne lui donne que deux pieds & demi de diamètre, qui est celle de tonneaux, dont on garnit cette partie basse, comme on le verra par la suite.

§ 17. LORSQUE le carrier aperçoit la couche nommée *banc verd*, il sonde afin de s'assurer du lit qui lui sert d'assise & qu'on emploie à bâtir. Pour détourner l'eau du dixième lit, on place dans le puits un tonneau défoncé ; l'espace qui l'entoure se revêt de glaise ; on puise ensuite l'eau qui s'amasse dans son intérieur avec un second tonneau d'un diamètre moins grand, qui s'adapte dans le premier ; on en ajoute ainsi d'autres successivement, en remplissant les interstices avec de la glaise & de la mousse. Cette *buse*, faite de cette manière, se conduit quelquefois jusqu'au fond de la carrière.

(a) A la suite de l'état des couches de la glaisière de Gentilly.

§18. COMME le banc appelé *la grosse roche* se trouve dans l'eau, on est obligé de se servir de la *barre de fer* pour la casser, & pour faire le puits. La largeur des routes est d'environ trois pieds; leur hauteur est de cinq pieds & demi ou environ; on s'y éclaire avec des lampes ou des chandelles qu'il faut toujours tenir penchées; si on les tenait droites, elles s'étendraient, à cause de l'air de la carrière qui a un courant horizontal, & qu'on est obligé de renouveler en faisant au moins deux puits.

§19. QUAND on est arrivé au banc de glaise, il s'agit d'y tailler des quartiers qui soient tous de même grandeur, & d'un assez gros volume, comme on l'a vu, de les séparer de la masse dont ils font partie. Voici la façon de procéder. Afin que la glaise ne s'attache point à l'incisoir, l'ouvrier commence par mouiller la lame de cet outil; il frappe deux ou trois grands coups, mouille de nouveau l'outil, & continue à frapper; en huit à dix coups il coupe en longueur & en largeur le morceau qu'il veut détacher, de manière qu'il a une forme carré-long, d'environ dix-huit pouces de longueur & huit de largeur.

§20. POUR détacher ce morceau, il enfonce le hoyau à différentes reprises, après l'avoir mouillé, & parvient à détacher une pièce de cinquante à soixante livres, qu'on appelle *motte*; un manœuvre l'enlève, & la porte au pied du puits, en l'appuyant sur le genou, qui à cet effet est garni d'un morceau de chapeau; quand il en a porté trois morceaux, il les attache au cable, au moyen du crochet en S qui embrasse cette corde; & l'ouvrier qui est à l'ouverture extérieure du puits, tourne la manivelle, enlève les trois mottes: quand elles sont arrivées au jour, il fixe d'une main le moulinet, de l'autre il attire à lui la charge, la détache & la transporte dans la cabane.

§21. CHAQUE carreau est de cinq à six sols; & la voiture, qui en contient environ quarante, est du prix de quatre livres cinq sols à l'endroit; s'il y a cinquante mottes, elle coûte cinq livres. L'éloignement des endroits où il faut la transporter, l'augmente en proportion: au fauxbourg Saint-Antoine, le chartier a pour prix de sa voiture chargée de cinquante mottes, cinq livres, ce qui fait au total dix à douze livres.

Vues générales sur un premier essai de fabrication de charbon de terre, à continuer plusieurs années.

§22. L'ESSAI qu'il serait possible de tenter d'une fabrication de cette espèce, ne doit avoir d'autre but que celui de venir au secours des pauvres, de les défendre particulièrement en hiver des atteintes multipliées que cette saison porte à leur individu. Ce motif n'est guère de nature à entrer dans ce qu'on appelle *projet de finance*; rarement il a des attrait pour ceux qui méditent ces sortes de projets: néanmoins le point de vue sous lequel nous

présentons ici la possibilité de cette entreprise, est incontestablement le seul qui puisse conduire à s'assurer de ce qu'elle pourrait promettre d'avantageux à des particuliers qui, pour le bien public, auraient le courage de s'en charger. Le chauffage avec le charbon de terre apprêté, malgré tout ce qu'il réunit en sa faveur, ne s'introduira, pour ainsi dire, qu'avec l'agrément que peuvent lui donner les citoyens dont nous avons dépeint la situation. C'est à eux seuls qu'appartient de droit cette ressource, & malheureusement cette classe est assez étendue pour produire seule une consommation capable de soutenir un établissement tel que celui dont nous désirerions inspirer l'exécution.

§ 23. ON ne doit donc d'abord s'occuper absolument que du menu peuple, & se borner en commençant au débit en détail : pour ne point se départir de ce plan, il n'est question que de refuser ceux qui en demanderaient une grande quantité. Le peuple n'est jamais en état de faire des provisions ; il se fournit au jour le jour, quand il le peut, de ce qu'il fait lui être nécessaire ; car souvent il est forcé de se passer de ce qu'il pourra se procurer le lendemain, ou de ce qu'il a pu se procurer la veille : le consommateur pour qui ce chauffage serait uniquement destiné, n'est par-là que trop facile à reconnaître, & par-là même il est aisé de lui assurer cette préférence, sur laquelle nous croyons devoir insister. On conçoit aisément que le conseil que nous donnons de refuser des fournitures considérables, ne doit pas regarder MM. les curés, les pauvres communautés, ou des particuliers qui se présenteraient pour revendre en détail de ce chauffage, dans des quartiers éloignés de celui où serait le magasin de vente.

§ 24. DANS la marche que nous proposons, ce premier essai serait restreint à une fabrication modique, par exemple, de soixante voies ou muids de charbon, faisant la charge de deux bateaux (achetés sur les lieux), dont un de charbon pour les cheminées, l'autre de charbon pour les poeles. En ne faisant supporter au consommateur que peu de chose au-delà des frais, soit de l'achat, soit des utensiles & des mains-d'œuvre, la fourniture qui résulterait de cet essai, ne resterait certainement point au magasin. (a)

(a) En se rappelant la manière dont se fait le commerce du charbon de terre, le prix d'un bateau, la charge sur laquelle il y a pour l'acheteur un avantage dans la mesure du lieu de chargement, le fabricant de chauffage commence à entrer en bénéfice ou en dédommagement ; par exemple, en prenant sur les différences de ces mesures un terme moyen pour deux bateaux, dont

l'un de Moulins, l'autre d'Auvergne, 60. qués de trente voies de charbon, & payant environ la somme de 750 livres de droit aux entrées, chacun de ces bateaux, à cause de six voies de bénéfice résultant de la mesure au pied de la mine, & qui ne paient pas de droit, puisqu'elles ne font point déclarées, donne d'abord à l'entrepreneur 150 liv. de bénéfice pour ces six voies, 30000 liv.

§25. DANS une ville un peu considérable, l'entreprise trouvera immanquablement des facilités particulières ; le motif intéressant qu'elle se propose, procurera la liberté de faire travailler dans une cour d'hôpital ou de communauté, d'employer à la fabrication les pauvres ou les domestiques de la maison, dont la main-d'œuvre serait à bon compte ; en ne procédant à la fabrication que dans le mois de septembre, on aurait peut-être aussi la facilité de pouvoir y ferrer la fourniture toute faite.

§26. D'ANNÉE en année on doublerait la fabrication ; il est probable que les gros manufacturiers qui ont besoin de feu pour leurs ouvrages, ne tarderaient pas à augmenter le nombre des consommateurs, & que l'autre partie de la société, que l'on n'avait point fait entrer en ligne de compte dans l'entreprise, s'y joindrait bientôt ; lorsqu'on se verrait dans le cas de répondre aux demandes qu'en feraient les particuliers ou bourgeois, qui en emportent une grande consommation pour le chauffage, on doublerait la quantité de fourniture qui s'était faite l'année précédente.

§27. IL n'y aurait rien d'étonnant qu'on s'aperçût beaucoup plus tôt qu'on ne l'aurait imaginé, de l'accroissement de la faveur de ce chauffage, & que l'on se vit obligé de songer à former un établissement dans toutes les règles, d'établir un atelier en grand, & de l'alléger par quelques entrepôts, par des sous-entrepôts de vente, dont on augmenterait le nombre d'année en année.

§28. TEL fera, selon toute apparence, la récompense de premiers essais qui n'auront eu en vue que le pauvre : alors les entrepreneurs ne peuvent trop s'attacher à ne point s'écarter de l'objet qui a été leur moteur ; l'établissement, tant qu'il aura lieu, doit annoncer dans toutes ses dépendances la simplicité de son origine, de son principe, de la classe de citoyens à qui il sera redevable d'une existence solide ; la préférence qu'il faudra continuer au pauvre, doit annoncer dans tous les tems que l'entreprise n'a point été fondée sur la curiosité passagère du public, & qu'on se propose toujours de soulager le peuple. Si l'établissement échoue, ce qui n'est aucunement dans le sort des choses conduites sur le plan que nous venons de tracer, l'entreprise ou le projet honnête de faire le bien emportera les regrets & les éloges du public.

§29. EN faisant attention à l'étendue du commerce qui se fait dans Paris de mottes à brûler, au plus vil prix, qui ne dédommage que d'environ une treizième partie du prix de la tannée (a), & qui assurément ne donne point

pour 1200 voies, si le travail se fait hors de Paris : la revente du bateau aux déchi-reurs, au prix de 80 livres pour l'ordinaire,

produit aussi une diminution sur l'achat du charbon.

(a) Vieille poudre d'écorce qu'on retire

Tome XVII.

G g g g

un vrai feu, ni une véritable chaleur, je ne fais pourquoi il ne viendrait point à l'idée des marchands bourgeois, ou des officiers mesureurs & porteurs de charbon de terre, d'entreprendre l'essai de fabrication du charbon de terre apprêté : ce commerce n'est bien connu que par eux ; ils auraient l'avantage de se faire du charbon en gros morceaux, qui ne serait point entré dans l'apprêt. Si cette affaire est susceptible d'être entreprise avec économie, & d'être conduite à bien, aucune société ni de particuliers ni de financiers ne serait plus en état d'y réussir. (a)

Plan raisonné & détaillé d'un atelier de fabrication pour un établissement en grand.

Situation de l'atelier.

§ 30. LA fabrication ou l'apprêt de la houille pour former des magasins de vente dans différens quartiers d'une grande ville, telle que Paris, par exemple, exige quelques considérations générales : la première doit regarder l'endroit propre à la situation de l'atelier ; la seconde concerne l'approvisionnement des ustensiles.

des fosses quand les cuirs sont tannés, & qu'on a coutume de réduire en ce qu'on appelle *mottes à brûler*, pour l'employer d'une manière plus commode. Voyez la description de l'*Art du tanneur*, par M. de la Lande.

(a) Ces offices, ainsi que tous ceux créés en différens tems sur les ports, quais, halles, marchés & chantiers de Paris, devant uniquement leur origine aux besoins de l'état, la suppression, le rétablissement de ces charges, ont conséquemment été prononcés à diverses reprises, selon les circonstances, comme onéreux aux peuples, & inutiles à la police qui avait servi de prétexte à leur établissement. Nous avons donné, à l'article de l'histoire de ce commerce dans Paris, les différentes époques de ces créations & de ces suppressions successives, & la nature des droits attribués à ces différens offices. L'affranchissement de plusieurs branches de régie onéreuses, & l'amélioration d'une partie des revenus annoncés aux peuples par l'édit de septembre 1759,

par celui du mois de mars 1760, & la déclaration de 1768, qui ne laissaient plus aux titulaires des offices qu'une jouissance provisoire, en leur assurant les indemnités fixées à leur égard dès l'année 1730, par l'article II de l'édit de juin, ont été définitivement prononcés par un édit du roi, du 6 février 1776, enregistré en parlement le 12 mars de la même année, portant suppression de ces différens offices, dont les produits ne suffisaient plus à ces communautés pour l'acquittement des charges dont elles sont grevées ; en conséquence de ce nouvel édit, les droits qui étaient aliénés à ces communautés, sont réunis dans la main du roi, & régis sous ses ordres par l'adjudicataire des fermes générales, employés au paiement des arrérages, & au remboursement des capitaux dus aux officiers supprimés, & à leurs créanciers : de cette perception au profit de Sa Majesté sont exempts les droits réunis au domaine & patrimoine de la ville de Paris, qui continuent d'être perçus au profit de ladite ville.

§ 31. QUANT au premier objet, il est essentiel que le chantier de fabrication soit le plus près possible de l'endroit de la rivière où l'on pourra faire approcher les bateaux de charbon ; observant, bien entendu, que l'atelier soit à l'abri de la crue des eaux & des inondations en hiver (a), attendu que dans cette saison ce chantier de fabrication servira de principal magasin, d'où se fourniraient les entrepôts & sous-entrepôts.

§ 32. UNE autre proximité qu'il faut encore chercher pour un atelier de fabrication, c'est celle des endroits où se fouillent les terres propres à l'impastation, & sur-tout les argilles-glaïfes, moins communes que les argilles-terres.

§ 33. EN supposant une entreprise à Paris, le Port-à-l'Anglais, à portée des glaïfieres de Vitry (b), le quartier de Saint-Bonnet, où ces mêmes terres peuvent arriver, & qui d'ailleurs peut se fournir aisément d'argilles-terres du quartier de Vincennes, seraient très-favorables. Le moulin de Javelle, situé à peu près de même que le Port-à-l'Anglais, relativement aux glaïfieres de Vennes, la pointe de Vitry, par rapport aux glaïfieres du petit-Genilly, seraient encore des emplacements commodes.

§ 34. A la faveur de positions précisément de l'espece ci-dessus, le chantier de fabrication se trouvant près de la rivière, on ne ferait quitter le port à chaque bateau de charbon destiné à la consommation de l'entreprise, qu'au fur & à mesure qu'on voudrait le faire arriver à la portée de l'atelier, pour fabriquer de même le charbon à mesure qu'on le déchargerait du bateau.

§ 35. CET arrangement procurerait une diminution de frais sur trois objets : le salaire du garde-bateau, dont on n'aurait pas besoin long-temps ; l'atelier n'aurait pas besoin d'un emplacement pour amasser & garder le charbon jusqu'à ce qu'on le fabrique ; le coup de main à donner pour porter le charbon à fabriquer du charbonnier au quartier où il doit recevoir la première façon, n'aurait pas lieu ; un bateau, par exemple, contenant trente voies, faisant quatre cents cinquante minots, arrivant près de l'atelier, serait déchargé à mesure, soit par hottées, soit par tombereaux, dans le premier quartier où le charbon doit être soumis au remuage avant d'être mêlé avec les pâtes, & qui par cette raison est le quartier le plus voisin de l'entrée de l'atelier.

Etat des ustensiles d'un atelier de fabrication.

§ 36. LES ustensiles dont il conviendrait de se pourvoir pour cet établissement en grand, n'ont rien de particulier. La fabrication à laquelle il se rapporte, ne diffère de celle des briques à bâtir, que par le mélange du charbon de terre

(a) L'emplacement choisi à Paris par les entrepreneurs de l'établissement de 1770, aurait essuyé cet inconvénient.

(b) Elles ne sont plus exploitées depuis que la manufacture de tuiles n'est plus dans cet endroit.

G g g g ij

qui s'ajoute aux argilles déjà corroyées , par un nouveau corroïement , & en ce que ces pelotes nommées aussi par cette raison *briques* , sont destinées à être entièrement consumées par le feu du charbon de terre , dans des cheminées & dans des poeles , au lieu de subir une simple cuisson dans des fours construits exprès.

537. On peut en tout regarder un atelier pour la fabrication du charbon de terre apprêté , comme celui d'une briqueterie ; quelques outils que nous y employons , quelques expressions pour désigner certaines opérations , sont empruntés de l'art de faire des briques. Le rapport exact entre ces deux opérations , nous dispense absolument d'entrer dans certains détails sur cet atelier ; les personnes qui ont l'idée d'une briqueterie , & qui joindront à cela les attentions relatives au choix des pâtes & du charbon de terre , ne feront point embarrassées de former un établissement bien entendu de pelotes ou hochets pour le chauffage.

538. On verra dans un instant que , pour quelques opérations , il est nécessaire que les ouvriers aient toujours de l'eau sous leur main ; des pompes destinées à en fournir à volonté , sans attirail , auraient en même tems l'avantage d'être un secours de conséquence dans le cas d'incendie ; l'atelier doit en être pourvu. A celles qui sont généralement connues , on ne doit pas hésiter de préférer au moins une couple de pompes portatives de l'espece en usage sur les vaisseaux hollandais pour rafraichir les voiles hautes , les huniers & les perroquets , dont on se sert aussi dans les villes de ce pays pour laver le pavé des rues & les vitres des maisons ; ces pompes sont de très-peu de dépense , le service en est très-commode , & n'a rien d'embarrassant. Elles consistent , comme chacun le fait , premièrement en deux cylindres ou branches maintenues dans leur écartement respectif par une tringle de métal , de maniere qu'elles forment un angle d'environ trente degrés : ces branches sont de bois d'orme ou de métal , & creusées en-dedans ; avec cette différence , que le diametre intérieur de la branche qui reçoit le piston , dont on voit le manche , est double du diametre intérieur de la branche expulsive , & depuis leur jonction toutes les deux diminuent proportionnellement. Le piston , ou comme on l'appelle dans la marine , *la gaulé* , s'ajuste exactement au canal creusé dans la branche où elle est reçue , & qui est fermée par son bout inférieur , percé de plusieurs trous : c'est par ces trous que l'eau s'insinue dans cette branche que l'on plonge en entier dans un haquet rempli d'eau , & qu'elle s'élève à mesure qu'on en retire le piston , lequel repoussant à son tour l'eau ainsi montée , l'oblige de sortir par la branche opposée. Un homme seul , avec quelqu'adresse , la manie & la fait mouvoir très-aisément ; on adapte à la branche expulsive des ajutoirs différemment construits , selon qu'on veut envoyer de l'eau ou en arrosoir , ou en nappe , ou en simple jet , dans un des quartiers de l'atelier.

2°. Plusieurs cuves ou baquets de grandeur, de forme & de construction arbitraires, bien solides & toujours remplis d'eau pour le service des quartiers où il est nécessaire que les ouvriers en aient à leur portée.

3°. Plusieurs claies de six pieds de hauteur & d'une longueur appropriée à la largeur du quartier où elles se placent par rangées, lorsque le remuage du charbon se fait par ce coup de main, au lieu de se faire à la pelle sur le tas même du charbon, comme on le voit dans la *fig. 1, pl. XL*. Ces claies doivent être formées de branches d'osier ou de châtaignier, ou autre bois grossier, comme pour les claies dont on se sert pour passer le fable afin d'en séparer les cailloux. Les brins peuvent avoir la grosseur du doigt, & être éloignés les uns des autres de six à huit lignes, afin de laisser passer avec le menu charbon des morceaux un peu forts.

4°. Quand, au lieu de remuer le charbon à la pelle, on le passe à la claie ou au crible, il peut être utile de se pourvoir de masses ou dames en bois; billot de forme cylindrique, cerclé en fer seulement à la circonférence supérieure & inférieure dans le cylindre qui fait maillet, afin de briser les gros morceaux de charbon qui n'auraient pu passer au travers de la claie ou du crible, & les réduire en charbon menu pour être jeté de nouveau sur la claie. Peut-être vaudrait-il mieux, pour épargner des bras d'ouvriers, faire passer sur ces morceaux un cylindre assez pesant pour ne briser le charbon qu'en menu, & ne pas le réduire en poussier : un cheval ferait cette opération.

5°. Des brouettes de différentes formes, une à l'ordinaire pour transporter dans le quartier du manège le charbon passé en claie ou remué à la pelle, & dans le charbonnier, les *kauchetais* & les morceaux nommés *roulans* (a). Une autre espèce de brouette, pour transporter la pâte dans le quartier où le mélange doit s'en faire avec le charbon, & pour transporter le charbon amalgamé dans le quartier où on le met en forme de briques : la partie du coffre qui regarde la roue dans cette brouette, est élevée & un peu renversée en dossier, afin de contenir plus de pâte.

6°. Si le dépôt pour les briques entièrement en état d'être relevées est peu éloigné du séchoir, il faudra que l'atelier soit pourvu de hottes destinées à ce transport.

7°. Des rateaux à dents de fer, pour séparer, après le remuage fait à la pelle ou à la claie, les roulans qui ne seront point employés, & qui seront transportés dans le charbonnier.

8°. Des trielles ou pelles de fer, pour enlever les roulans, & les mettre dans les brouettes : une autre pelle, pour le quartier des pâtes &c.

(a) Les *roulans* sont les plus gros morceaux qui roulent au bas du tas, & qui ne sont point employés à l'apprêt en briques, à moins qu'on ne les brise pour les réduire en menu charbon.

pour le quartier où on les corroie avec le charbon.

9°. Pics ou hoyaux, pour le quartier des pâtes. Rabots ou bouloirs, pour labourer, assouplir, corroyer, atténuer le mélange, en faire un mortier un peu ferme.

10°. Pelles de bois creusées, garnies en fer, dans la portion qui s'introduit la première dans le tas que l'on veut manier.

11°. Beches ou louchets, pour le quartier où l'on corroie le charbon de terre avec les pâtes.

12°. Rouables & balais, pour nettoyer le terrain dans les différens quartiers, ramasser ce qui y est épars & qui pourrait s'emporter avec les pieds des ouvriers.

13°. Lunettes ou moules (a), pour donner au charbon corroyé avec les pâtes la forme que l'on veut. Sur cette *planche*, on a représenté la simple configuration linéaire des moules dont on se sert à Valenciennes; on voit de ces lunettes, *pl. XV, lettres h & x*. Il est très-aisé de se faire une idée de ces lunettes & des pelotes qui en résultent: on juge qu'elles peuvent être de différente grandeur; celles de Liege ont environ six pouces de longueur sur quatre pouces de largeur, & deux pouces & demi de hauteur, sans comprendre dans la dimension de la longueur & de la largeur l'épaisseur du fer, qui, dans ces sortes de lunettes, est de deux lignes & demie, & donne à la pièce de fer une longueur totale de dix-sept pouces, du poids d'environ une livre onze onces. Les lunettes doivent avoir une de leurs ouvertures plus grande de quelques lignes que l'autre; l'opération à laquelle elles servent, en fournira la raison: c'est afin qu'à l'aide d'une petite secousse donnée par l'ouvrier, le hochet, quand il est fabriqué, puisse sortir aisément du moule. Il serait à propos, afin de distinguer le chauffage pour les poêles & le chauffage pour les cheminées, dont le charbon est d'une espèce grasse & forte, que les moules destinés à fabriquer l'un & l'autre fussent d'une grandeur sensiblement différente, ou bien qu'en conservant aux moules pour les cheminées la forme ovale, on donnât aux autres la forme cylindrique.

14°. Des battes ou palettes, toutes en fer, plates, de forme ovale, qui

(a) Celles dont on s'est servi à l'atelier de Paris, ont varié pendant long-tems, en diminuant toujours de capacité; les premières que j'avais fixées, donnaient des pelotes de cinq pouces de long, sur deux d'épaisseur & trois de largeur; ces pelotes devaient être vendues quatre fois la douzaine: dès le milieu du mois de novembre, je m'aperçus qu'elles n'avaient que quatre

pouces de long sur trois de large, & un pouce seulement d'épaisseur; on doit se souvenir que cette in fidélité frauduleuse n'était l'ouvrage que du directeur & chef des travaux, qui s'était emparé de l'exercice absolu du privilège, dont les pièces ne sont venues à ma possession que deux ans & demi après qu'il a été obtenu.

répond à celle des lunettes de cette forme, & de même grandeur, pour comprimer, battre & rapprocher la pâte mêlée avec le charbon.

15°. Cordes pour charrettes & pour le puits. La situation du puits dans l'atelier est indifférente : nous en avons indiqué un entre le quartier des metteurs en forme & le clos des pâtes, pour avertir seulement de la nécessité d'en avoir un.

16°. Paillassons pour couvrir les pelotes, s'il venait à pleuvoir pendant qu'elles sechent.

17°. Voitures montées sur roues, de deux especes ; une pour transporter le charbon du bateau à l'atelier : la construction que nous avons imaginée & que l'expérience rectifiera ou perfectionnera, a deux objets ; le premier est d'éviter qu'à force de faire un même trajet, sur-tout en partant du bord de la riviere où se fait le déchargement du bateau, & qui est toujours plus ou moins en pente, la voiture ne fasse point d'ornieres ; pour cela chaque roue, dont on en voit deux par - derriere sur l'alignement de cette voiture, est plutôt une portion de rouleau qui rabat continuellement le terrain que parcourt la voiture, rend son mouvement & son roulage plus commodes. L'autre partie de construction est relative à la facilité du chargement & du déchargement de cette voiture ; étant peu exhaussée sur son train, elle peut approcher du bateau aussi près que l'on veut, sur un plancher que l'on établit jusqu'à bord du bateau, & les garçons de la pelle y jettent très-aisément le charbon : son déchargement à l'atelier s'exécute en un instant, au moyen de deux articles de construction. 1°. La planche qui forme le derriere de la caisse est simplement arrêtée à charniere au haut de l'extrémité de chaque panneau qui compose les flancs de la caisse ; par le bas, elle est assujettie pendant que la voiture est en mouvement, par une ou deux fortes chevilles : 2°. la caisse est disposée sur l'essieu de derriere, de maniere qu'en lâchant & le crochet qui la retient à la tête du train & la clef du panneau de derriere, la caisse se renverse sur le derriere, fait bascule, comme on le voit exprimé en points sur la *figure* ; en même tems le panneau à charniere qui n'est plus retenu en - bas, s'écarte dans cette partie du derriere, qui par-là se vuide en entier. La *figure* 15 représente une voiture que j'ai rencontrée plusieurs fois dans Paris, & que s'imaginer pouvoir être propre à conduire dans les rues & dans les entrepôts les pelotes dont on veut évacuer l'atelier ; la caisse qui n'est exhaussée qu'autant qu'il le faut pour que les pelotes puissent y être prises à la main par un homme sur ses pieds hors de la voiture, paraît très-commode pour le chargement & le déchargement, sans que le charretier, par négligence, soit obligé de les jeter de haut, pour charger ou pour décharger.

18°. Comme de tems en tems, sur-tout en commençant à allumer le feu,

il est à propos d'y faire entrer des morceaux de charbon pur, il convient de vendre de ces roulans dans une proportion relative à ce qui s'achète de pelotes; cela peut se faire au mesurage par demi-minots, ou au poids: dans ce dernier cas, qui ne serait peut-être cependant point si commode, il y aurait dans le charbonnier où seraient les roulans, deux mesures en bois, telles qu'il s'en voit une près du ratcau 4, qui serviraient de bassin à une balance. (a)

Journaliers employés aux manœuvres, commis & autres préposés.

§ 39. Sous ce titre, on ne doit entendre ici rien de ce qui se rapporte essentiellement à la gestion; on imagine bien que je ne prétends point m'immiscer par aucune sorte de réflexion dans cette partie. Désigner simplement les journaliers & les préposés qui pourraient être nécessaires, c'est remettre en raccourci sous les yeux la marche des opérations qu'il faudra dans un instant rapprocher de la distribution de l'atelier; c'est en même tems donner une idée générale de la dépense sur cet article; dans un établissement à demeure, tel qu'on pourrait le supposer à faire dans une grande ville, il ne reste qu'à fixer les salaires pour les journaliers, & les gages pour les employés, en faisant seulement attention que la première classe, celle des journaliers, n'est point attachée à l'établissement, qu'elle n'entre dans la dépense que pendant la fabrication, qui n'a lieu que durant la plus petite partie de l'année. (b)

Cette bande de gens de journée est composée,

Des garçons de la pelle, soit au bateau, soit à l'atelier, dans différens quartiers.

Des brouctteurs dans chaque quartier.

Des marcheux, pour pîctiner, corroyer les pâtes, & pour le corroiement du charbon avec ces pâtes.

Des metteurs en forme.

Des porteurs au séchoir.

Des releveurs qui retournent les pelotes pendant qu'elles sechent.

(a) La plupart de ce qui est outil & ustensile, est vraisemblablement dans le cas d'avoir besoin d'être renouvelé à peu près tous les ans; un des employés doit avoir en particulier la charge de veiller à leur entretien, de les visiter tous les jours lorsque les ouvriers sont retirés, & sur-tout de se faire rapporter les moules par chacun des metteurs en forme.

(b) Un inconvénient de conséquence, auquel l'entreprise pourrait être exposée de

la part de ces journaliers, engage à une réflexion qui pourrait ne pas se présenter d'abord. Ces ouvriers n'étant employés que pour un tems passager, seraient capables, par méchanceté ou par mécontentement, de se donner le mot pour abandonner l'ouvrage & se retirer: il serait peut-être à propos, afin d'obvier à cet embarras, de faire pendant la fabrication sur leur paie, une réserve qui ne leur serait donnée que quand on les congédierait.

Parmi

Parmi les employés attachés à l'atelier, on peut comprendre ceux qui suivent :

Commis à la décharge du bateau.

Régisseur chargé de l'emmagasinement du charbon arrivant à l'atelier, si la fabrication ne s'exécute pas au fur & à mesure.

Un commis qui préside au mélange de la pâte avec le charbon, & qui veille sur tous les autres quartiers.

A chaque côté de la porte d'entrée, un commis ; l'un pour prendre l'état des voies de charbon entrant à l'atelier ; l'autre pour tenir registres des voies de pelotes qui peuvent être achetées sur le lieu, ou qui en sortent, pour être portées aux entrepôts.

Un gardien ou un commis ambulant pour ces magasins de vente.

Division d'un atelier par quartiers.

§40. LA distribution avantageuse d'un atelier est relative à l'ordre des manœuvres qui s'exécutent successivement sur le charbon de terre arrivant à l'atelier, & relative à ce que j'appelle les dépendances de la fabrication ; comme emmagasinement du charbon, travail préliminaire des pâtes, qui doivent être toutes prêtes à être amalgamées avec le charbon. Le premier coup de main ayant rapport au second, le second au troisième, & ainsi de suite, les différens quartiers doivent, pour bien faire, se tenir les uns aux autres, conséquemment à cette suite de mains-d'œuvre, pour la célérité & la facilité dans les différentes opérations & dans leur service. Pour que les ouvriers, porteurs ou brouetteurs, ne s'écartent point, ne s'arrêtent point en chemin, l'entrée & la sortie de chaque quartier doivent être respectivement correspondantes & presque en face les unes des autres : l'avantage de cette division, qui renferme tout ce que l'on peut désirer, sera facile à concevoir. La clôture d'enceinte de chaque quartier, excepté celle du charbonnier & du parc des ustensiles, doit être en échelas de cœur de chêne, n'ayant pas plus de quatre pieds & demi de hauteur, afin que les préposés puissent avoir l'œil sur les ouvriers des différens quartiers : on ne doit donner aux chemins de séparation, que la largeur suffisante pour laisser le passage libre à deux brouettes ; le sol de chaque quartier doit être battu & bien uni, ou même revêtu de briques ou de carreaux dans les endroits où ces ouvrages de terre cuite sont à bon marché. On a ménagé entre le parc des ustensiles & le séchoir, une place pour les chariots, lorsque les ouvrages sont finis ; & entre le clos des pâtes & le charbonnier, une place pour une écurie.

Charbonnier ou magasin de charbon.

§41. Si l'on ne fabrique point le charbon à fur & à mesure qu'il arrive

Tome XVII.

H h h h

du bateau, l'on est obligé d'avoir dans l'atelier une très-grande place pour le garder, & alors il ne faut point mêler ensemble les deux espèces dont on s'est pourvu; le charbon destiné à entrer dans la fabrication en pelotes pour les cheminées, est d'une qualité différente de celui destiné à être mis en pelotes pour les poeles; de plus, il faudra réserver du charbon de la première espèce pour être vendu dans une certaine proportion avec les pelotes, auxquelles il convient d'en ajouter, sur-tout lorsqu'on arrange le feu pour l'allumer. Le charbonnier doit donc former trois corps de magasins.

542. L'ACTION de l'air sur les charbons paraît avoir des inconvénients; on fera bien d'y obvier, en faisant un toit au charbonnier (a); de grandes averse, des lavasses fréquentes peuvent & doivent être préjudiciables au charbon gras, en lui enlevant une portion de son bitume, qui est un de ses principes inflammables. La houille maigre n'est pas moins susceptible des effets de la pluie qui la priverait de ses sels.

543. LES charbons de nature pyriteuse sur-tout, en se séchant ou s'effleurissant, perdent de leur qualité & de leur force. Les ouvriers sont dans cette opinion, & appellent ce charbon, *charbon éventé* (b): la pluie dans de grands tas de charbon de terre, ainsi exposés à l'air, peut les échauffer au point d'y occasionner un embrasement par l'action continuelle & le passage libre du grand air: il est de conséquence, si ce n'est pour cet inconvénient qui est rare, du moins pour celui de l'effleurissement, de ne point recevoir des maîtres de mines des charbons de l'espèce connue pour être sujette à cette détérioration occasionnée dans les uns ou dans les autres par les pyrites, les sels vitrioliques & alumineux. Le charbon en gros morceaux s'évente moins à l'air; mais il n'en éprouve pas moins une véritable altération: il serait à désirer, pour mettre les charbons à l'abri des effets de l'air & de la pluie dans tout le cours de la navigation, que les bateaux de transport, partant du lieu de l'embarquement, fussent couverts en planches, formant un toit en dos-d'âne surbaissé, & qu'ils ne fussent chargés au pied de la mine que de charbon nouvellement tiré. (c)

(a) La démolition des bateaux fournira des ais pour les différentes constructions & autres usages, pour lesquels on a besoin de planches.

(b) Dans ma collection de charbon, qui jusqu'à présent n'a toujours été qu'enfermée avec soin dans des boîtes, & enveloppée de papiers, je trouve de tems en tems quelques morceaux tout-à-fait détruits, ainsi que le papier qui les enveloppait; ceux du

Forez & d'Auvergne sont très-sujets à cette sorte de destruction; j'en ai trouvé qui pesant huit onces dans cet état, mis ensuite dans l'eau & passés, ne pesaient plus, étant secs, que six onces moins deux gros, ce qui suppose que la partie pyriteuse saline y est en grande quantité.

(c) M. Venel n'adopte point cette opinion généralement adoptée parmi les ouvriers habitués à l'usage de la houille: il

I. CLOS DES PATES. *Apprêt de la glaise, pour la rendre propre à se mêler intimement avec le charbon de terre.*

544. LA préparation à laquelle ce quartier est destiné, est absolument la même que celle qui s'exécute sur la même espèce de terre, par les potiers fabricans de briques, de fourneaux & autres ouvrages de ce genre; elle consiste dans le trempement & le corroïement des terres. Pour cet effet le terrain sera creusé en forme de bassin, dont le fond pourra être garni de planches de bateaux bien arrangées, sans aucune ferrure. Cette humectation pourrait encore se faire dans une cave qui serait située à l'endroit où le clos des pâtes est marqué sur le plan, ou sous le quartier dont nous allons parler bientôt: il y aurait même un avantage à faire cette préparation en cave; la pâte s'y pourrait mieux, y devient plus maniable; alors la superficie du terrain serait employée à un autre usage, comme second séchoir, ou comme premier dépôt pour les pelotes, quand elles sont entièrement seches. L'apprêt que doit subir l'argille, peut se faire de deux manieres, ou au moment, c'est-à-dire, quelques heures avant le tems d'y mêler le charbon de terre (a), ou quelques jours en avant. Si l'on ne fait cet apprêt de la pâte que pour le moment de l'ajouter au charbon, il serait de conséquence de prendre garde à la quantité d'eau que peut supporter la terre pour l'humecter suffisamment, & ne pas y en mettre trop, ce qui nuirait à la fabrication à plusieurs égards. Autant qu'il est possible d'évaluer exactement la proportion d'eau sur une proportion de charbon, elle doit aller à trois pintes pour un boisseau de pâte, qui est la proportion pour un minot de charbon: ainsi, pour la demi-voie, c'est-à-dire, pour un minot & demi de pâte, il faudrait dix-huit pintes d'eau, & sur le charbon d'Auvergne, quinze pintes.

545. LA maniere la plus avantageuse est de travailler ces argilles, bien avant de les mêler au charbon de terre; elles n'en font que meilleures pour l'impastation de la houille, quand elles ont été humectées, imbibées & pénétrées long-tems avant d'être employées.

546. POUR bien préparer une glaise jugée de bonne qualité, d'après ce qui a été dit sur les agilles (b), qui est bien grasse, qui file lorsqu'on la rompt, on commence par jeter dessus une assez grande quantité d'eau, pour excé-

croître, après beaucoup de recherches & d'informations faites à ce sujet, que ce n'est qu'une opinion vulgaire très-vague & très-incertaine, & que cette véritable décomposition n'influe en rien sur la qualité; mais nous croyons qu'il est plus raisonnable de s'en rapporter à l'expérience.

(a) Les tuiliers, les briquetiers en préparent de cette maniere un monceau d'environ cinquante pieds cubes dans l'espace d'une heure & demie.

(b) Celle appelée *la belle*, qui est grise & sans veine, est très-propre à la fabrication.

H h h h ij

der de plusieurs poudres la fosse ou le bassin dans lequel on la ramasse (a) : après l'avoir laissée tremper deux ou trois jours, on la hache, on la laboure, on la retourne à la beche à différentes reprises, on la piétine de tems en tems, on la pètrit avec les mains partie par partie, afin d'aider l'eau à la pénétrer, d'y reconnaître les pierres, les pyrites, ou autres matières étrangères qu'on en sépare, & en faire une bouillie lavée & délayée, approchant d'une pâte ductile & maniable.

§47. IL n'est pas inutile de la maigrir, c'est-à-dire, de diminuer de sa force, en y ajoutant, lorsqu'on la corroie, une certaine quantité de la seconde espèce d'argille nommée *terre maigre*, ou bien d'argille-fable, en observant que la masse devienne à l'œil entièrement homogène : par ce mélange l'argille-glaive perd sa facilité à se retirer au feu, & elle est disposée, selon les remarques de M. d'Acert, à passer plus tôt même que l'argille pure à l'état de verre.

II. QUARTIER DE REMUAGE OU QUARTIER DES CLAIES.

Triages de charbon.

§48. ON doit considérer ce quartier, ainsi que tous les autres dont nous allons parler, quant aux ustensiles dont on y fait usage, quant aux opérations qui s'y exécutent, à sa situation dans l'atelier, son étendue & sa distribution. Les ustensiles du quartier, de remuage, sont, pelles, rateaux, brouettes, claies, dames ou cylindres.

§49. SI un établissement de ce genre a lieu près des mines de charbon, ou au magasin près les ports d'embarquement, le remuage du charbon le plus favorable est celui qui se fait à la pelle sur la meule même. Tout ce qui reste en roulans n'a pas besoin alors d'être réduit en menu par aucun procédé, pouvant être repris par les maîtres de mines ou par les marchands de charbon de terre qui feraient entrer ces roulans dans le commerce. Ce débouché bien simple fauve le coup de main des *chaideurs* (b) avec la dame, ou avec le cylindre ; il n'est jamais possible de s'en servir d'une manière assez égale pour que la compression produite à bras d'homme par ces outils, ne fasse point trop de poussier ou de fraïsil. (c) De quelque façon qu'on s'y prenne pour ce remuage de charbon, il est à propos de ne point oublier que cette main-d'œuvre n'a pas seulement pour objet de trier du menu charbon propre à être corroyé avec les

(a) A quelque distance du puits que soit cet endroit, on y enverra aisément la quantité que l'on voudra avec la pompe portative.

(b) Dans les mines d'Alsace on appelle

chaideurs les ouvriers qui pilent la mine à bras.

(c) Dans l'atelier de Paris tout le charbon était cassé avec la dame. Je ne suis point décidé en faveur de cette opération.

pâtes, & de mettre à part les morceaux qui roulent au pied & tout autour du tas ; on doit encore en séparer différentes substances souvent mêlées avec le charbon, qui donneraient au chauffage quelque imperfection & quelque inconvénient. Les mines en masses ou en bouillons, les mines qui sont mal exploitées, ou dans lesquelles les extracteurs ne sont point attentifs sur le choix & le triage de leur charbon, sont particulièrement dans le cas de demander une certaine attention dans le remuage : ces sortes de mines sont des espèces d'un tout qui a été bouleversé ; en conséquence, le charbon de bonne qualité est confondu avec celui d'une qualité moindre ; il n'est point rare qu'une mesure de charbon provenant d'une de ces carrières, se trouve mêlée en grande quantité avec des portions de *kreins*, de *nerfs*, de *roches*, de *gangues*, qui faisaient partie de l'enveloppe du charbon, mais qui ne sont point combustibles, qui souvent répandent au feu une mauvaise odeur, & enfin avec du mauvais poussier de charbon, dont ces substances sont ordinairement encroûtées. Ces différents mélanges plus ou moins abondans, sont cause que l'on distingue souvent dans une mesure, comme deux ou trois espèces de charbon ; & à moins qu'il ne s'y en trouve une quantité dans une certaine proportion, ces mines prêtent fort peu à cette fabrication : il vaut mieux en brûler le charbon crud.

§ 50. Le quartier dans lequel s'exécute le remuage du charbon de terre, doit être situé en face de l'entrée de l'atelier, & tout-à-fait ouvert dans cette partie. Ce qui est marqué sur le plan, au lieu d'être une clôture d'échelas, comme le reste de son enceinte, n'est qu'une pierrée peu élevée au-dessus du niveau du terrain, pour que le voiturier arrivant avec la voiture, n'avance pas plus loin, & fasse porter sur cette pierrée le derrière de sa voiture lorsqu'il la décharge. La distance de cette entrée du quartier de remuage à la porte de l'atelier, doit être telle qu'il reste entre ces deux entrées un terrain dans lequel la voiture puisse venir décharger, & retourner ensuite commodément pour regagner la porte de l'atelier.

§ 51. Le quartier de remuage étant également destiné pour faire subir cette main-d'œuvre au charbon pour les pelotes de cheminées & pour les pelotes de poeles, il est à propos, afin d'éviter la confusion, d'employer à part un jour ou un tems à ce façonnement pour chaque espèce de charbon.

§ 52. S'il est possible de choisir toujours un tems favorable pour la fabrication, ce quartier & les autres peuvent être à découvert ; mais dans tous, le sol doit être ou planchéié, ou battu à ciment, encore mieux carrelé & briqueté ; par-là il est plus aisé de balayer de tems en tems le terrain, & l'on perd moins de matière, que les ouvriers emporteraient sans cesse avec leurs pieds.

§ 53. L'ÉTENDUE à donner au quartier du remuage est aisée à juger ; les opérations qui s'y exécutent, consistent à remuer le charbon à la pelle, ou à le passer soit à la chaise, soit au crible, à battre le gros charbon pour qu'il n'y en ait pas

trop de reste, à enlever celui que l'on veut réserver pour la vente avec les pelotes : l'étendue de ce quartier doit donc être proportionnée au nombre de meules que l'on veut y remuer, à celui des rangées de claies que l'on veut y placer pour cette même opération, en laissant toujours la place pour le battage des rouleaux & pour que les brouetteurs, qui en portent au charbonnier, ou qui enlèvent les bauxures & roches de rebut, puissent aller & venir librement ; leur entrée & leur sortie sont ménagées à droite & à gauche de la pierre, qui marque les limites de cette partie du quartier.

554. En détaillant toute l'histoire de la houillerie liégeoise, nous avons suffisamment décrit le remuage à la pelle ; il est rendu encore plus intelligible par la figure 1 de la *pl. XL*, où l'on voit cette main-d'œuvre, ainsi que les suivantes, exécutées seulement par des femmes, ainsi que c'est l'usage au pays de Liège. Il ne nous reste qu'à éclaircir le remuage à la claie, si l'on jugeait à propos de l'exécuter de cette manière. Le charbon déchargé sur la pierre qui sépare ce quartier de la cour d'entrée, étant jeté à différentes reprises par les garçons de la pelle sur la rangée de claies exprimée dans ce quartier, il en passe une partie de l'autre côté des claies : cette manœuvre s'exécute jusqu'à ce que tous les morceaux qui reviennent au bas de la claie soient décidément trop gros pour passer au travers, comme on le voit autour de la meule, *fig. 1, pl. XL*. Pendant ce même tems, les brouetteurs les attirent avec les rateaux de dessous le coup de main des ouvriers de la pelle, en emportent une partie au charbonnier sur les brouettes, & transportent l'autre à droite & à gauche du terrain qui reste derrière les claies : là ces morceaux sont battus à la dame par les *chaideurs* ou autrement. Le menu charbon qui a passé derrière la claie, est porté par les brouetteurs dans le quartier du manege ouvert en face de la sortie du quartier de remuage, lorsque le préposé de ce quartier en demande.

III. QUARTIER DU MANEGE. *Impastation de la houille avec les terres grasses.*

555. Les ustensiles de ce quartier se réduisent à des pelles, des brouettes & des baquets remplis d'eau. Le charbon menu qui a été trié à la claie ou au crible, ou à la pelle, étant arrivé dans le quartier du manege, le préposé fait apporter du clos des pâtes une quantité de pâtes relative, soit à la mesure, soit à la qualité du charbon qui va être amalgamé avec les terres. Avant d'être soumis à la manœuvre qu'il doit subir dans ce quartier, le charbon peut quelquefois supporter un mélange d'autre charbon ou plus fort ou plus faible, selon les différentes vues. Ce mélange utile dans quelques occasions, doit être réglé sur une connaissance bien précisée des charbons que l'on a à em-

ployer; le tâtonnement par des essais en petit, est ce qu'il y a de mieux pour s'assurer, soit de la nature du charbon, soit de la proportion des mélanges, soit même de la proportion de la pâte à ajouter à un charbon seul. Il suffit d'observer que, lorsqu'il s'agit de fabrication de pelotes destinées au chauffage dans les cheminées, il faut, tant que faire se peut, exclure de ce mélange tout charbon ayant une odeur forte ou pénible.

§ 56. DANS un endroit où l'on n'a pas à choisir le charbon d'une mine préférablement à celui d'une autre mine, & où il n'est pas possible d'avoir séparément des charbons de différens degrés de force, comme cela est nécessaire, selon qu'on voudrait l'employer aux cheminées, ou selon qu'on voudrait l'employer dans les poeles, on pourrait empâter le charbon destiné aux cheminées avec un sixieme de pâte seulement, & celui réservé pour les poeles, avec un cinquieme de terre. L'ouvrage qui se fait dans ce quartier, a pour objet de mêler bien intimement le menu charbon avec les pâtes, en corroyant de nouveau le tout ensemble, de maniere qu'ils fassent un seul & même corps. C'est cette opération qui est représentée *fig. 2, pl. XL*, & qu'on appelle à Liege *triplage*. Les houilles maigres peuvent se tripler à pieds de cheval pour une grande fabrication : quant aux houilles grasses, il est préférable de les tripler à pieds d'hommes.

§ 57. DANS un établissement tel que celui pour lequel on suppose ici un grand atelier, ce triplage fait avec soin, constitue une opération capitale. Pour opérer cette liaison intime, & des terres grasses déjà corroyées dans le clos des pâtes, & du charbon de terre que l'on y ajoute, les marcheux ressaient, retournent le tout à force de pelle, & comme s'ils corroyaient tout nouvellement les terres, marchent dessus en appuyant à plusieurs reprises, relevent ensuite avec des pelles tout ce qui s'est étalé sur le terrain par cette manœuvre, pour la piétiner de nouveau, en ajoutant de fois à autre, selon le besoin, de l'eau qu'ils puisent à la main dans des baquets placés à leur portée, en prenant garde de ne point trop humecter leur pâte.

§ 58. LA proportion de terre qui doit être mêlée avec chaque espece de charbon que l'on fabrique, n'est pas la seule chose qui varie selon la nature du charbon. Une trop grande eau peut extraire de ce fossile & des argilles ce qu'elles contiennent de salin, & la matiere grasse la plus grossiere : cette partie grasse contribue à la qualité de la houille, & dans les argilles constitue la ténacité ou viscosité qu'elles doivent avoir jusqu'à un certain degré; il faut donc dans ces humectations à la main prêter attention à la quantité d'eau qu'on ajoute à la masse. Le charbon de Fims, par exemple, ne laisse pas que d'en avoir besoin (a). Le charbon d'Auvergne, qui pour la plus

(a) Il passe même pour gagner de la qualité à la pluie.

grande partie est un poussier terreux, en a peu besoin (a); dans le cours de la navigation & jusqu'au moment qu'il est apporté au magasin, il a déjà été abreuvé des eaux de pluie, & déjà fort mouillé. Cette proportion d'eau est encore à considérer relativement à la préparation que cette pâte doit subir dans le quartier où elle doit être transportée ensuite : en décrivant la main-d'œuvre qui s'y exécute, nous ferons remarquer l'inconvénient qui résulterait d'une pâte trop humectée.

IV. QUARTIER DES METTEURS EN FORME.

559. Le principal ustensile de ce quartier, ce sont les moules ou lunettes; dans un coin nous avons réservé pour elles un petit retranchement, afin de ne point les laisser trainer ou s'égarer, lorsque les ouvriers quittent l'ouvrage. Il est à propos d'avoir deux sortes de lunettes, soit pour la forme, soit pour la grandeur, pour les tems où l'on veut travailler les briques destinées aux cheminées, & celles destinées aux poeles. Cette petite serre est encore commode pour emmagasiner de la sciure de bois menu ou de l'argille-fable; & les palettes, si l'on s'en sert pour battre la masse dans les moules.

560. OUTRE les brouettes nécessaires pour le transport des pelotes au séchoir, ce quartier doit encore être pourvu de distance en distance, dans l'intérieur de son pourtour, de baquets remplis d'eau. Les ouvriers de ce quartier ayant reçu des brouettes de la masse qui a été corroyée, s'agenouillent autour d'un tas, *fig. 3, pl. XLI*. Chaque ouvrier saisit une forme ou lunette avec les doigts, en passant la main dans la plus petite ouverture, & attire dans le vuide du moule par la plus grande ouverture, tout autant de matière qu'il en faut pour le remplir & au-delà; cette forme étant alors placée à terre sur la face la plus ouverte, le metteur en forme ajoute de la masse dans la lunette à pleines mains, de manière que tout ce qui excède le niveau de la lunette puisse être frappé à plusieurs reprises, ou avec les mains, ou avec le plat de la palette (b), pour bien serrer toute cette masse; il en remet encore à la main dans le moule, en frappant de nouveau plusieurs fois, & traînant de tems en tems sur le terrain la forme qu'il tient bien appuyée (c); quand il juge qu'il ne peut plus y ajouter, & que le tout est bien battu, il embrasse le moule avec tous les doigts, le relève de manière qu'une des extrémités ovales puisse être frappée légèrement sur le terrain;

(a) Si le bateau n'a point été couvert comme nous l'avons recommandé.

(b) Pour faire de gros hochets, les mains peuvent suppléer aux palettes; les petits hochets dans les petites formes, ne pour-

raient être bien battus qu'avec les palettes.

(c) Quand on fait de ces briques pour son usage, la partie qui regarde l'ouvrier travaillant, est toujours excédante du niveau du moule, & forme une saillie arrondie.

il

il en fait autant sur l'autre extrémité ; la pelote se détache alors des parois du moule, la secousse la plus légère la chasse entièrement de sa capacité, & la porte dans la main de l'ouvrier qui la place près de lui avec légèreté : la même manœuvre se recommence sur le tas pour faire une autre brique, & ainsi de suite : de tems en tems l'ouvrier, avant de se servir de son moule, le trempe dans l'eau, pour que les pelotes en sortent plus aisément, & il réitère ainsi cette opération sur toute la partie préparée.

§61. LORSQUE l'ouvrier est obligé de rafraîchir ou d'humecter sa pâte avec un peu d'eau, ou de mouiller sa lunette, il doit le faire avec ménagement ; si les pelotes étaient trop trempées en sortant du moule, la liaison qu'on a cherché à donner à la masse par une compression réitérée à coups de palette, se perdrait à mesure que les briques viendraient à se sécher ; & quand elles paraîtraient être tout-à-fait sèches, le seul cahottage de la brouette suffirait pour les déformer.

§62. LES briques de houille toutes fraîches & au sortir des mains du metteur en forme, sont en état d'être employées dans un feu qui est en train, en les plaçant sur le haut de la pile des hochets déjà embrasés ; là elles se séchent par degrés, & se trouvent en état de s'enflammer à leur tour : mais pour enlever la fourniture qui vient d'être fabriquée, & la placer dans l'endroit où on l'emmagasine, il faut au préalable laisser sécher les pelotes. Avant de considérer ce dernier tems de l'opération, & celui de mettre les hochets en dépôt, il est des questions qui pourraient venir à l'idée des personnes présentes à cette mise en forme ; nous allons nous y arrêter.

Examen de quelques particularités qui sont des dépendances de la main-d'œuvre exécutée par les metteurs en forme.

§63. LES détails que nous venons d'ajouter à la connaissance générale que nous avons donnée de cette main-d'œuvre, conduisent naturellement à l'examen & à la recherche de quelques circonstances concernant les pelotes faites ou à faire ; ces particularités regardent le nombre de hochets que peuvent produire des fabrications de mesures différentes, le nombre de briques qu'il est possible de mettre en forme dans un tems donné ; on pourrait encore demander s'il est indifférent de faire ces pelotes dans des moules, ou de les faire à la main, de leur donner indistinctement un gros volume ou un petit volume.

De la quantité de pelotes que donne la mise en forme dans la fabrication d'une mesure fixée, & du nombre de pelotes que l'on peut obtenir dans un espace de tems déterminé.

§64. QUANT à la question que l'on pourrait établir sur le premier article,
Tome XVII.

IIII

le nombre de pelotes résultant de cette opération définitive exécutée, par exemple, sur un minot, sur une voie de charbon corroyé avec les pâtes, est, comme de raison, différent, selon la grandeur du moule dont on s'est servi; il l'est aussi selon la qualité du charbon sur lequel on a travaillé, & qui a demandé un cinquième, ou un sixième, ou une autre proportion de pâte: mais il est à cet égard une remarque dont il est à propos d'être prévenu; elle n'est pas indifférente pour les personnes auxquelles il ne faut qu'une petite fourniture, & auxquelles la totalité de hochets qu'elle leur a produits, peut servir à calculer une consommation réglée par jour, par mois (a); c'est que par le nombre de pelotes résultant d'une petite mesure donnée, il serait très-possible de juger de la perfection de la main-d'œuvre des metteurs en forme, & fixer exactement la quantité de pelotes que produira ensuite une fabrication double, triple, quadruple, sextuple, &c. de la même mesure: le détail dans lequel j'entrerais sur les avantages des essais en petit, développerait comment cela est possible. Le tems qui peut être employé à faire une certaine quantité de pelotes, dépend de même du plus ou moins d'intelligence ou d'adresse de l'ouvrier appliqué à cette main-d'œuvre, ou de ce qu'il est plus ou moins expéditif: dans l'atelier de Paris, deux hommes suffisaient en douze heures de tems pour piétiner & pour mettre en moule la quantité de 5000 pelotes, telles qu'elles se fabriquaient (b). Si elles eussent été plus volumineuses, il aurait fallu moins de tems pour en fabriquer davantage. En comparant la seule main-d'œuvre de mise en forme, à celle usitée dans les briqueteries, & qui est la même, il est de fait qu'on peut mouler par jour 4000 briques à bâtir.

Avantages des briques de houille faites dans les moules, sur celles façonnées à la main, & des briques volumineuses sur celles qui le sont moins.

§65. QUAND on fabrique ce chauffage chez soi & pour son propre usage, le charbon tout corroyé avec les pâtes, peut être façonné tout simplement à la main en boulets, quoiqu'à beaucoup près cette manière ne soit pas si favorable; & alors on n'a pas besoin de moules. M. Venel, en parlant de ces briques en boulets pelotés à la main, par comparaison avec la méthode anciennement suivie à Valenciennes, telle qu'elle a été décrite par M. Carrey, observe judicieusement que ce façonnement de la houille dans des moules avec des argilles, est plus avantageux (c); il remarque très-bien que les pelotes

(a) Uniquement pour le chauffage dans les cheminées ou dans les poêles.

(b) Leur poids & leur volume seront indiqués dans un instant.

(c) Ce savant paraît n'avoir vu à Liege faire de ces briques qu'à la main, ce qui annoncerait qu'il a passé bien précipitamment dans cette ville.

mises en forme dans des moules, comme les briques à bâtir, *sont plus lisses, plus égales dans leur consistance, & sont du meilleur emploi (a).* Quoique cet auteur ait refusé au charbon de terre apprêté la propriété économique que nous lui attribuons, ce qu'il a entendu par cette expression *du meilleur emploi*, est expliqué clairement par la raison qu'il en donne, & est une nouvelle contradiction avec lui-même sur ce point : ce que nous avons dit pour appuyer à cet égard notre opinion, qui nous est commune avec beaucoup d'autres sçavans, achève de démontrer la supériorité des hochets façonnés dans des lunettes, sur ceux fabriqués à la main. Il n'est pas nécessaire de beaucoup de réflexions pour la concevoir; puisque, si la terre ajoutée, mêlée à la houille pour faire corps dur, qui doit se resserrer, se durcir, se cuire au feu, vient à se désunir, à se séparer en pièces, la houille est consumée trop promptement; ou si en se détachant de la pâte qui n'a point assez de liaison pour le retenir, elle tombe & s'éteint dans les cendres sans avoir produit son effet, c'est un inconvénient très-sensible pour la qualité du chauffage, & les pelotes ou boulets faits à la main doivent y être plus sujettes ou plus disposées.

§ 66. DANS le cas d'une fabrication de chauffage en grand pour être un objet de commerce, & transporté par charrois en différens endroits, cette solidité à donner aux pelotes, n'est pas seulement essentielle pour les rendre plus durables au feu : elles se trouvent encore plus propres à résister au cahotage des voitures, & sont toujours de débit; au lieu qu'elles ne le seraient point, si elles étaient cassées.

§ 67. UNE autre circonstance qui mérite quelque discussion, c'est le plus ou moins de volume qu'il convient de donner à ces briques de houille : qu'elles soient façonnées à la main ou dans les moules, la grosseur qu'il faut leur donner n'est pas un article absolument indifférent, ni pour le fabricant, ni pour le détaillier, ni pour le consommateur.

§ 68. DANS la fabrication il n'y a point de doute qu'une voie de charbon de terre, par exemple, apportée toute corroyée avec les pâtes dans le quartier des metteurs en forme, ne soit plus tôt travaillée en faisant de gros hochets, que si on les faisait petits; ces hochets devant ensuite devenir une marchandise qui sera voiturée dans différens quartiers, & vendue au compte, le débit des grosses pelotes est bien plus commode & d'une expédition plus aisée pour le détaillier.

§ 69. UNE condition indispensable dans les pelotes, pour qu'elles acquièrent en les mettant en moule, & qu'elles conservent en séchant, la dureté qui les met à l'abri d'être cassées lorsqu'on les transporte ou qu'on les détaille,

(a) Section IV, chap. IV, part. I, page 107.

c'est d'être bien battues & bien serrées dans le moule : il paraît plus que difficile d'imaginer que des pelotes peu volumineuses puissent recevoir convenablement cette façon ; une petite masse ne peut guère être pètrie qu'à la main , à peu près comme elle l'a été avec les pieds , pour mêler intimement la pâte & le charbon ; mais lorsqu'il est question de lui donner de la fermeté & de la solidité , il est nécessaire que cette masse soit comprimée , rapprochée par un battage répété qui ne peut bien s'opérer que sur une masse d'une certaine étendue ; faute de consistance , ces petites pelotes , particulièrement si la terre d'impalation qu'on a été obligé d'employer n'est point de bonne qualité , ces pelotes ne pourront guère même rester en piles sans se déformer , sans se casser ; difficilement elles arriveront entières dans les entrepôts où il faudra les charroyer ; & malgré l'application qu'on peut faire de ces pelotes de rebut au chauffage des entrepôts de vente , ce déchet peut , sur une grande quantité de pelotes , être porté à un point qui devienne une perte pour l'entrepreneur.

§70. Les inconvénients des petits hochets , & qui n'ont pu être bien comprimés , ou qui ne l'ont été qu'à la main , ne sont pas moins réels pour le consommateur ; à chaque remuement que ces pelotes ont essuyé pour être emmagasinées , pour être débitées au compte , elles perdent considérablement de matière ; sur une fourniture d'un millier ou davantage , cela devient pour l'acheteur un objet en moins : on en jugera par ce que nous observerons sur ce poussier dans les endroits où on le ferre.

§71. Il est un autre inconvénient qui résulte pour l'économie , de la consistance moins parfaite dans les hochets d'un petit volume , que dans ceux d'un plus grand volume : on juge facilement que des pelotes émincées , telles que celles qui se débitaient dans l'établissement fait à Paris en 1770 , ne sont point propres à tenir long-tems dans des porte-feux dont les tringles ou les barres sont en longueur : la disposition , le nombre des barres formant la cage des *fers* à feu , la distance plus ou moins grande que ces barres laissent par conséquent entr'elles , selon qu'il y en a quatre , ou selon qu'il n'y en a que trois , donne , au moins sur le volume que peuvent avoir ces pelotes , une règle bien simple ; ces boulets doivent avoir une grosseur à la faveur de laquelle elles puissent être contenues dans le grillage la plus grande partie de la durée du feu ; si leur volume n'était pas proportionné jusqu'à un certain point aux distances que ces tringles laissent entr'elles , à peine les hochets auraient-ils commencé à diminuer en brûlant , qu'ils tomberaient hors de la caisse. D'ailleurs , il en est de ce combustible comme de tous les autres ; un feu composé de trois ou quatre morceaux de bois , donnera toujours un chauffage meilleur & de plus de durée que si ces mêmes trois ou quatre morceaux étaient partagés en six ou en huit.

§72. La grosseur dont ces pelotes sont le plus communément à Liege , me

paraît la plus convenable. Dans l'établissement fait à Paris, j'avais inféré sur l'avantage de se conformer à cet usage liégeois, comme le plus favorable pour le débit au compte, & pour la solidité du chauffage. Pour mes travaux particuliers & pour mon chauffage pendant deux hivers, j'ai toujours donné la préférence à ces grosses briques; elles pesaient au fortir du moule deux livres neuf onces & demi-gros, & lorsqu'elles étaient entièrement sèches, deux livres trois onces & demie; le minot en donnait quarante & une, & la voie quatre-vingt-deux; en observant qu'étant battues avec les mains & non avec la palette, il y a toujours un excédant qui surpasse le niveau du moule; (a) cinq de ces hochets partagés chacun en deux, lorsqu'on aurait voulu n'avoir qu'un petit feu, en auraient représenté environ douze de ceux qui devaient se fabriquer & entrer en vente: il était indifférent pour l'acheteur d'avoir son chauffage en plus ou en moins de morceaux; mais avec de gros hochets, son compte eût été plus tôt fait.

§73. Les moules qui avaient été adoptés, avaient six pouces de longueur, sur trois de largeur, & deux pouces deux lignes de hauteur; les pelotes qui en résultaient, pesaient, étant fraîches, une livre neuf onces & demie, & étant sèches, une livre cinq onces & demie, & demi-gros. La capacité convenue de ces formes avait été par degrés altérée au point que la plupart des pelotes qui en résultaient, ne pesaient plus étant fraîches, & supposées même faites convenablement, que douze onces & demie, & lorsqu'elles étaient bien sèches, onze onces deux gros & demi. (b)

Utilité des essais de fabrication sur de petites quantités de charbon de terre, avant de procéder à de grandes fabrications.

§74. LA difficulté, on peut dire, l'impossibilité de connaître avec la dernière précision, quand on n'a point l'usage de cet apprêt, la qualité du charbon de terre dont on voudrait se faire un chauffage plus économique, la difficulté par le manque d'habitude de juger à la simple vue de la proportion de pâte qui lui convient, avertissent, comme nous avons eu soin de le remarquer, que pour plus grande sûreté il était à propos de faire des essais en petit. Cette précaution réunit deux avantages: le premier est que, si l'on n'est point parvenu

(a) Cette quantité d'un minot fabriquée à l'atelier par deux minots avec ces moules, produisait en total 102 pelotes, à raison de la trop grande quantité de pâte qu'on ajoutait.

(b) Epreuve faite d'après un de ces moules que j'ai été à même de me procurer

dans l'atelier, lorsque l'entreprise a été absolument abandonnée: ce moule ne se trouvait avoir que quatre pouces & demi deux lignes de longueur, & trois pouces de largeur, sur un pouce cinq lignes de profondeur.

dès la première fois à faire de la bonne besogne, cette petite quantité n'est point perdue, & qu'on est certain de réussir en recommençant un second, même un troisième essai, s'il est nécessaire, jusqu'à ce qu'on ait reconnu par l'expérience au feu, que la quantité & la qualité de la terre ajoutée sont ce qui convient à la nature du charbon : on est sûr de ne point manquer une grande fourniture.

§ 75. LE second avantage, pour ceux qui voudraient régler leur chauffage, est de savoir précisément le nombre de hochets que donnera, relativement aux moules dans lesquels on les formera, une mesure quelconque, quelque répétée qu'elle puisse être.

§ 76. LORSQU'UNE fois l'article des pâtes & de leur proportion est fixé, une fabrication bien ordonnée, soignée dans le corroiement des pâtes, surveillée dans la proportion de ce mélange avec le charbon de terre, dans le façonnement avec les moules, une telle fabrication est constamment régulière dans son produit ; je veux dire qu'elle donne ou doit donner constamment au minot, par exemple, ou à la voie, (tant qu'on en fabriquerait séparément un minot ou une voie) le même nombre de pelotes qu'on aurait eu du premier minot ou de la première voie fabriquée : (*a*) de manière que ces premiers essais reconnus à l'épreuve dans le chauffage, doivent servir par la suite de modèles à toutes les fabrications, quant à la proportion des pâtes, fixent précisément combien ces fabrications subséquentes, exécutées séparément avec le même moule, sur une même quantité de charbon, donneront de pelotes. Comme seulement la mise en forme ne peut être d'une parfaite égalité dans toute une fabrication, il arrive que ce nombre est quelquefois différent à trois ou quatre pelotes près, sur un demi-minot, par exemple, tantôt en plus, tantôt en moins, ce qui vient toujours en compensation réciproque.

§ 77. CETTE égalité de produit des pelotes par mesure est si constante, que les fabrications qui en donneraient plus que moins, pourraient être regardées comme une preuve certaine d'une opération inférieure de la part du metteur en forme ; celles qui en donnent plus, sont un renseignement infaillible à cet égard. Au moyen d'une fourniture ou d'une provision de cette espèce par morceaux ou masses de volumes semblables, dont un nombre est capable d'entretenir pendant douze heures de suite un bon feu, il est facile aux particuliers qui peuvent être dans le cas de le désirer, de régler leur chauffage pour six mois, d'évaluer à très-peu près cette conformation, selon que chacun veut ou peut se chauffer à grand feu toute la journée, ou

(*a*) Différent seulement, mais également distinct en inégalité de nombre, dans une fabrication de charbon gras pour les cheminées, & dans celle du charbon maigre pour les poêles, qui, à raison de la différence

de proportion de pâte, donne pour le premier charbon quelques pelotes de moins, & pour le charbon maigre quelques pelotes de plus.

à un feu bourgeois, ou à un très-petit feu de ménage, ou à un feu encore bien inférieur.

§ 78. AUCUNE occasion n'était plus favorable pour avoir des résultats précis sur ces différents points, que l'atelier de fabrication ouvert à Paris en 1770, qui devait avoir pour but de rendre service à l'état, & de soulager le pauvre en lui procurant un chauffage économique & bien conditionné. Si le projet de cet établissement, sur lequel la capitale, le ministère & les pays étrangers ont eu les yeux ouverts, au lieu d'avoir été dicté (comme toutes les apparences donnent lieu de le présumer) par des vues personnelles & peu honorables, avait eu pour principes des vues honnêtes, & eût été conduit en conséquence, il aurait offert dans tous les tems, même malgré un mauvais succès, un tableau aussi utile que curieux, pour les pays où l'usage de ce feu n'est point connu. Le désordre inoui, répandu non-seulement dans la gestion de l'affaire, mais encore dans toute l'exécution du projet, par celui même qui s'en était chargé, & dont il nous a fallu de rendre le compte le plus succinct, a porté dans cette partie des opérations une telle confusion, qu'il a été de toute impossibilité de tabler sur aucun des résultats de fabrication : en même tems qu'ils s'étaient fort éloignés de ce que j'avais toujours reconnu dans mes essais (a), ils ne se rapportaient point du tout entre eux ; le minot (b), d'après la déclaration d'ouvriers sur lesquels on pouvait compter, produisait de 420 à 440 pelotes réduites à un petit volume, ce qui ferait pour le terme moyen la quantité de 6000 pelotes, au plus faible, par voie ou muid, & pour 430 ou 440, au minot, 6121 pelotes par voie, (c)

(a) Dès le mois de novembre, que je m'aperçus des diminutions faites sur la capacité des moules, cette fraude était déjà à un point que, sur un millier de pelotes, il devait y en avoir cent cinquante de moins que ce que le moule aurait dû en donner.

(b) On doit se ressouvenir que cette mesure n'était pas exacte.

(c) Ces disparités, le manque de conformité entre les déclarations des ouvriers & celle du directeur des travaux, qui avait seul la gestion en main, n'avaient d'autre source que l'augmentation du produit fictif du minot, fraude imaginée sans doute pour faire perdre de vue le produit réel & constant de cette mesure, de laquelle, s'il n'y avait pas eu d'altération dans les moules, on pouvait toujours partir raisonnablement, en comptant par minot ou par voie, qui de-

vaient l'un & l'autre être représentés par un nombre donné de pelotes. Cette fabrication irrégulière & combinée, qui était encore défectueuse par une trop forte addition de pâte, laissait en conséquence en-arrière un surplus multiplié de charbon en nature, qui était censé être entré dans les fabrications, & qui ne devait plus entrer dans les comptes du charbon restant ou à employer : il ne pouvait que devenir au préjudice du consommateur, frustré d'un *chauffage économique & bien conditionné*, un profit secret, dont l'espèce n'a pas besoin de qualification. Cela n'a pas empêché que dès le premier février, on ait encore trouvé de manque sur la totalité du charbon à employer, quatorze voies trois minots ; & malgré cette abondance frauduleuse de pelotes, soit au minot, soit à la voie, un déficit de 87807 pelotes :

579. LE tableau qui va suivre du produit de pelotes de différentes mesures données de charbon mêlé à différentes proportions de pâte, & mises en forme dans des moules d'une dimension donnée; le tableau que je donnerai aussi de la consommation de ce chauffage pendant six mois, quoiqu'incomplets (a) par les raisons que je viens d'alléguer, donneront une idée de ce que j'avais cherché à reconnaître, & qu'il sera facile, dans les endroits où on voudrait faire ces opérations, de fixer par des expériences répétitivement constatées; il ne restera qu'à remplir le nombre de pelotes dans les parties où il n'a pu être marqué dans le premier tableau, ainsi que les autres articles qui se trouveront en blanc dans le second.

Essai de fabrication en petit, pour s'assurer de la qualité & des proportions de terres à corroyer avec différentes qualités de houille.

580. LE moule dont je me suis servi, comme le plus favorable pour l'avantage du travail & de la consommation, est celui à la liégeoise (b). Les mesures qui y sont nommées sont le minot, & la voie ou le muid de Paris; le minot du poids de 184 livres; la voie contenant quinze minots & un de surplus pour droit de maréchal, faisant 2944 livres de poids total, différent au pied de la mine. Les proportions de pâtes ont été évaluées par des mesures fixes, afin d'approcher davantage de l'exactitude.

Essai sur trois mines.

3 Min.	$\frac{1}{4}$ de pâte,	faisant 2 m. ou 8 boiff. de pâte, donne	Pelotes.
	$\frac{1}{4}$ de pâte,	faisant $\frac{1}{2}$ de m. ou 3 boiffeaux.	P.
	$\frac{1}{12}$ de pâte,	$\frac{1}{2}$ ou un boiffeau.	P.
	$\frac{1}{12}$ de pâte,	1 minot ou 4 boiffeaux.	P.
	Part. égale de pâte,	$1 \frac{1}{2}$ ou 6 boiffeaux.	P.
	$\frac{1}{4}$ de pâte,	ou deux boiffeaux.	P.
	$\frac{1}{4}$ de pâte,	ou deux boiffeaux & $\frac{1}{4}$	donne 246 Pelotes.
			à la liégeoise.

les calculateurs trouveraient aisément la somme que produisaient ces déficit obscurs; les recettes, les dépenses embrouillées répondraient à toute cette marche, qui ne m'est connue dans ce détail circonstancié, que par l'examen de l'inventaire & autres papiers relatifs, fait par une personne entendue.

(a) Le premier, pour les résultats de fabrication en pelotes ou briques, dont je

fixe uniquement celui d'une fabrication dans laquelle il entre un cinquième de pâte; le second, pour d'autres résultats, auxquels il fera de même aisé de suppléer.

(b) Quatre-vingt-douze livres de charbon gras de Liege, poids du pays, mises en forme pendant la pluie, à Liege même, avec une lunette de seize pouces trois lignes, pied de roi, en pourtour, ayant six pouces.

Essai

Essai sur une voie, autrement dite muid de charbon de terre, faisant seize minots. (a)

UNE VOIE $\frac{3}{4}$ de pâte,	ou 10 minots de pâte, donne	Peloton.
$\frac{1}{4}$ de pâte,	ou 3 m. $\frac{3}{4}$.	P.
$\frac{1}{2}$ de pâte,	ou 1 m. $\frac{1}{2}$.	P.
$\frac{1}{4}$ de pâte,	ou 5 minots.	P.
Partie égale de pâte,	7 minots & $\frac{1}{2}$.	P.
$\frac{3}{4}$ de pâte,	ou 2 min. & 2 boisseaux.	P.
$\frac{1}{4}$ de pâte,	3 minots.	50004 Pelotes.

V. SÉCHOIR OU HALLE À SÉCHER, & premier dépôt pour les briques de houille, après leur dernier relevement dans ce quartier.

§81. LES metteurs en forme, en continuant leur besogne sur une grande masse, comme on le voit *fig. 3, pl. XLI*, ont besoin qu'on débarrasse leur terrain des pelotes dont ils l'ont couvert autour d'eux. Ce premier relevement nécessaire pour faire place à de nouveaux hochets, s'exécute le plus tôt possible : je donne à l'endroit destiné à recevoir les pelotes fraîches, le nom de *séchoir*, parce qu'elles achevent d'y prendre à l'air la consistance solide qui les rend propres à être emmagasinées quelque part que ce soit.

§82. CE qu'il y a à remarquer pour ce quartier, concerne sa situation relativement à la distribution de l'atelier, les dispositions qu'on peut y faire, l'arrangement qu'on y donne aux pelotes pour accélérer leur dessèchement, son étendue & son enceinte. Par rapport à la situation du séchoir dans l'enclos de l'atelier, il doit avoisiner le quartier où les pelotes se mettent en forme, afin que les pelotes transportées encore fraîches, risquent moins de se casser ou de se déformer, n'y ayant pas loin de l'un à l'autre ; & dans cette même vue, l'entrée & la sortie de ces deux quartiers doivent être respectivement en face. L'étendue du séchoir doit être relative à la manière dont les pelotes sont placées dans ce quartier, lorsqu'on les y apporte pour se sécher complètement ; on pourrait élever sur le sol des séparations étagées à claire voie, comme dans les briqueteries : cette construction exigerait une toiture, & serait commode pour faire sécher une grande quantité de briques à la fois. En ne choisissant pour cette fabrication que les saisons les plus favorables, il serait possible, à mesure qu'on apporterait sur des planches ou autrement

deux lignes de longueur, sur trois pouces deux lignes de largeur, & deux pouces une ou deux lignes de hauteur, ont donné quarante hochets & un quart ; un pesait au for-

tir du moule trois livres & un quart, & deux livres trois quarts lorsqu'il a été sec.

(a) Au lieu de quinze, à cause du droit de bonne mesure, ou droit de maréchal.

Tome XVII.

K k k k

les briques qui se relevent du quartier des metteurs en forme, il serait possible de les placer tout simplement à terre ; il faudrait alors les arranger de maniere qu'elles ne se touchassent point , que l'air les frappât de tout côté , & qu'en même tems le releveur eût l'aissance convenable pour se transporter partout, pour tâter & retourner les pelotes. Le moment de les retourner se reconnaît lorsqu'en les tâtant, les doigts ne s'impriment pas dessus ; on voit qu'alors le séchoir doit avoir plus d'étendue que si on les rangeait sur des étages à claire voie, & qu'on doit être pourvu de paillaçons pour couvrir les pelotes s'il venait à pleuvoir.

§83. DANS l'une & dans l'autre maniere de sécher les pelotes, le sol de ce quatiér doit être soigneusement battu à ciment, afin de pouvoir balayer de tems en tems, & tirer parti de ce qui se détache des pelotes en séchant : dans une grande fabrication, ces débris forment un objet qui n'est point à négliger.

§84. LA plupart des mains-d'œuvre qui constituent la fabrication du charbon de terre apprêté, cette dernière sur-tout, laisse appercevoir suffisamment que toutes les saisons de l'année ne lui sont pas propres : les tems de froid & de gelée sont absolument contraires à ce travail ; le froid excessif, en arrêtant l'évaporation de l'humidité, & en durcissant trop promptement les pelotes, ne ferait qu'y retenir l'eau sans qu'elles soient réellement seches ; & si elles viennent à être saisies par le froid, lorsqu'elles sont encore fraîchement faites, ou qu'elles ne sont pas entièrement seches, elles se défont sur-le-champ lorsqu'on vient à les mettre au feu : l'eau qui y avait été fixée & glacée, éteint les pelotes qui ne peuvent s'embraser. Cette fabrication ne peut donc avoir lieu que dans les tems où il ne gele point : dans le mois de mars, il y a quelquefois de beaux jours où le soleil, accompagné d'un petit vent de bise, est assez favorable.

§85. POUR obvier aux inconvéniens du froid & de la gelée, si l'on était obligé d'en travailler alors, il serait possible de fabriquer dans des caves ou dans tout endroit où l'on pourrait tenir jour & nuit un feu de houille ; mais cela n'est point praticable en grand, & ne peut avoir lieu que pour une consommation particulière.

§86. LE trop grand hâle & la trop grande chaleur ne sont pas non plus autant favorables qu'on pourrait d'abord l'imaginer ; les briques, en se desséchant trop promptement, peuvent se déjeter & se crevailler, ce qui les empêcherait de prendre beaucoup de dureté : il serait aisé de ralentir l'évaporation de l'humidité, en saupoudrant les pelotes de sciure de bois, & encore mieux d'argille-fable.

§87. LORSQUE le tems est chaud & sec, douze ou quinze heures suffisent pour essuyer les pelotes, au point de pouvoir les transporter dans l'endroit

où on veut les emmagasiner, où elles achevent de se sécher en les y arrangeant convenablement (a). L'espace de tems qu'il faut le plus ordinairement, hors des chaleurs, est de trois jours; dans les tems humides & pluvieux, il en faut davantage (b). Si l'on pouvait pour le travail choisir un tems bien favorable, on n'aurait, pour ainsi dire, pas besoin de séchoir; ce quartier alors serait employé à servir de magasin de pelotes.

§88. QUAND elles ont acquis assez de consistance pour pouvoir être maniées sans se déformer, on les portera au dépôt, où elles acheveront de se sécher complètement; mais il ne faut point les y porter qu'elles ne soient bien seches, sans quoi la charge de l'empilement en écraserait & en gâterait beaucoup. On réserve pour ce dépôt toute la partie du mur qui fait l'enceinte extérieure du séchoir, & qui doit être plus élevée que dans toutes les autres parties de l'enclos; cette muraille ainsi exhaussée, sert d'appui aux pelotes entièrement seches, ou peu s'en faut, qu'on mettra en piles les unes sur les autres, comme on le voit *pl. XLI, fig. 3*, & encore mieux en disposant ces pelotes de maniere que dans toutes les rangées elles ne se touchent que par les extrémités, & donnent accès à l'air par-tout: cette élévation de la muraille aura encore l'avantage d'ôter aux ouvriers la facilité de distraire des pelotes, soit pour leur usage, soit pour les vendre, en les jetant hors de l'atelier par - dessus le mur.

Parc des ustensiles de fabrication.

§89. COMME il est nécessaire d'avoir toujours des ustensiles en réserve, afin de suppléer à ceux qui se trouveraient d'un instant à l'autre hors d'état de servir, on a réservé sur le plan un endroit destiné à cet objet, & à fermer tous les ustensiles de l'atelier pendant le chômage des travaux; cet endroit en conséquence doit être fermé par - tout & couvert. Enfin, à droite & à gauche de la porte de l'atelier, on doit ménager une chambre pour deux commis, l'un chargé d'inscrire le nombre de voitures de charbon arrivant du bateau à l'atelier, l'autre chargé de tenir registres des livraisons aux acheteurs, & des voitures qui portent aux entrepôts de l'atelier.

Transport des briques de houille par charrois.

§90. LES voitures de transport, quelles qu'elles soient, même celles appliquées à cet usage pour l'atelier, doivent être garnies intérieurement

(a) Il ne faut pas davantage, lorsqu'il fait beau & soleil, pour ressuyer les briques à bâtir.

(b) M. Venel estime que dans le bas-Languedoc huit jours de soleil & de vent du nord, même en hiver, suffisent.

K k k k ij

d'un paillason ou d'une forte toile, pour retenir le poussier que les mouvemens de la voiture détachent des pelotes, & qui peut tres bien entrer dans les feux de ménage; (a) une charrette à ridelle portait de l'atelier à l'entrepôt de Paris trois mille pelotes, évaluées à environ trois mille pesant.

Entrepôts & sous-entrepôts de vente.

591. LA vente & le débit de ce chauffage bien conditionné, & à un prix raisonnable qui le rende économique, n'aurait pas lieu dans une ville pendant un hiver, qu'il se présenterait des personnes pour en tenir des entrepôts dans les différens quartiers (b). Il est à propos en conséquence de faire connaître la maniere dont doivent être disposés les lieux que l'on voudrait destiner à cet usage. Tout endroit couvert est propre à garder ce chauffage; les caves seules doivent en être exceptées; les rez-de-chaussée sans contredit, sont les endroits où ce chauffage peut s'emmagasiner le plus commodément; dans les grandes maisons, comme communautés & hôpitaux, il suffirait de construire un hangard dans lequel on disposerait des planches par étages, sur lesquelles on rangerait les pelotes; dans les entrepôts en chambre par bas, il suffirait que le sol fut couvert de planches qui n'y fussent pas à demeure, & assez exhaussées au-dessus du terrain, pour d'une part défendre de l'humidité les pelotes qui porteraient immédiatement sur ce plancher, & d'une autre part laisser un vuide qui aurait d'abord été balayé avec soin, dans lequel s'amasserait le poussier détaché par les remuages: ce poussier, ramassé chaque fois qu'on renouvelerait l'entrepôt ou cette serre, n'étant mêlé avec aucune ordure, passerait pour le compte du chauffage de l'entrepreneur, avec les pelotes qui se trouveraient cassées ou séparées de maniere à ne pouvoir être de débit & reçues par les acheteurs.

Economie sur le chauffage dans le poussier & dans les cendres des pelotes.

592. DANS les ateliers de fabrication, & dans les entrepôts ou sous-entrepôts de vente, où cette marchandise est remuée sans cesse pour le débit, le bénéfice du poussier qui s'en détache, balayé & ramassé lorsque le magasin tire à sa fin, forme un profit qui n'est point médiocre. Au second magasin,

(a) L'espace de terrain qui est entre le clos des pâtes & le charbonnier, peut servir d'écurie; celui qui est entre la partie des ustensiles & le ficher, peut être employé à remiser les voitures.

(b) En connaissant les hommes, il n'y a point de doute que dans les endroits où le charbon de terre est à bon marché, un seul manufacturier ou une seule communauté qui

se décideraient à ne fabriquer de ce chauffage que pour leur usage, s'apercevraient bientôt de l'envie qui naîtrait dans leurs environs, de tirer avantage de la même ressource; en faisant de quelque réserve pour se prêter à en faire part, tout le monde voudrait en avoir, & ils seraient en peu de tems dans le cas d'en faire en gros & en détail un négoce considérable.

formé à Paris pour l'hiver de 1772, de ce qui fut transporté du magasin de l'hiver de 1771, il se trouva sur cent mille pelotes deux tombereaux de poussier. Si les briques ou hochets, dont il était les débris, eussent été fabriqués convenablement, on eût pu remettre ce poussier en farine pour en faire un chauffage propre aux poeles. Le poussier résultant de vingt-sept mille pelotes, telles qu'elles se débitaient, mouillé & remis en forme sans aucune addition ni de pâte, ni de charbon, donna sept cents pelotes faites dans le moule de grand volume à la liégeoise : ce qui ferait alors quatorze cents pelotes, selon la qualité de la pâte. Partant sur un millier de pelotes on retrouverait un bénéfice de cinquante pelotes. (a)

(a) Comme dans tout ceci nous envisageons toutes les utilités que peut réunir ce chauffage, particulièrement en faveur du citoyen mal-aisé que la nécessité force de se rendre attentif sur toutes les petites économies, on doit remarquer qu'au profit à retirer des menus débris des pelotes emmagasinées, & qui regarde uniquement, soit ceux qui feraient commerce de ces pelotes, soit ceux qui en feraient de grandes provisions, on doit ajouter le profit à retirer des cendres de ce chauffage. Ce résidu, pour n'être d'aucun usage dans les lessives, n'en est pas moins de défaites : il est aisé de se rappeler sa propriété pour les terres où l'on cultive des légumes & pour l'engrais des prairies. M. de la Tourette, correspondant de l'académie, dit que ces cendres sont singulièrement propres à détruire la mousse des prés, lorsque, sur-tout avant de répandre ces cendres, on a eu la précaution de scier la prairie avec la charrue destinée à cet usage ; il serait très-facile aux débiteurs de ce chauffage, soit aux entrepôts, sous-entrepôts & ailleurs, de s'accommoder de ces cendres avec les particuliers qui les leur apporteraient, & de les vendre aux maraichers, aux jardiniers & à ceux qui ont des prairies. L'auteur d'une brochure publiée en 1775, sous le titre : *Examen de la houille considérée comme engrais des terres*, 40 pages in-12, est tombé dans la méprise de nom. contre laquelle nous avons essayé de prémunir nos lecteurs. La houille qui fait la matière de ce travail, n'est autre chose que ce que j'ai appelé *terre-tourbe*, & qui se

trouve dans presque toute la Picardie. Quoique l'auteur ait eu soin d'observer que ces terres-houilles ne sont pas un vrai charbon de terre, il les confond cependant par-tout dans son ouvrage avec le charbon de terre de Severac, qu'il met mal-à-propos dans la classe des faux charbons de terre, ou des espèces de schistes de charbon de terre, parce que vraisemblablement il n'en a point vu. Aucun des inconvénients qu'il attribue aux cendres de ces terres-houilles ou terres-tourbes pour l'engrais des terres, ne se rapporte en aucune façon aux cendres de charbon de terre, qu'il prétend, sans l'avoir prouvé, être en général de nature sulfureuse, bitumineuse, vitriolique, ferrugineuse, cuivreuse, arsenicale, principe qui ne se trouve ni dans les terres-tourbes, ni dans les houilles proprement dites. Autant qu'il a été possible d'évaluer ce produit particulier du chauffage de charbon de terre apprêté, j'ai cru pouvoir avancer que cent pelotes qui n'ont point souffert de déchet par aucun remuage ni transport, donnent un boisseau & un quart de cendres ; si l'ensuivrait qu'un demi-minot de charbon fabriqué, donnant cent soixante-cinq pelotes, produira au particulier deux boisseaux de cendres : si ensuite on veut évaluer la voie de cendres sur le même pied que celle de charbon, c'est-à-dire, à quinze ou seize minots, il devient aisé, en supposant la voie de ces cendres vendue huit livres, d'évaluer le taux réel auquel le chauffage reviendra au consommateur occupé d'économie.

593. POUR faciliter dans la province une fabrication de l'espece sur laquelle nous nous sommes étendus autant qu'il nous a paru nécessaire, nous allons donner un tableau raccourci, dont les articles seront aisés à remplir, & nous le ferons suivre du tableau que nous avons promis sur la consommation de ce chauffage.

Etat des objets sur lesquels tombent les frais d'une fabrication de trente voies exécutée dans la province.

Trente voies à . . . la voie. . . .
 Pâte . . . à . . . la voie. . . .
 Marcheux pour les pâtes, & pour les cor-
 royer avec le charbon.
 Metteurs en moule.
 Location du magasin.
 Commis.

TOTAL. . . .

Les trente voies produiront mille pelotes.

A deux fois la douzaine, ferait.

Prix du charbon & frais.

Bénéfice réel par trente voies.

TABEAU de consommation du chauffage, avec le charbon de terre apprêté pour différens feux; de la quantité de pelotes de charbon & de leur valeur, par jour & pour six mois de l'année.

S A V O I R :

QUALITÉS des feux.	Matin. Pelot.	Midi. Pelot.	Soir. Pelot.	Par jour.		P. 6 mois.		En arg. p. j.		P. 6 mois.		PRIX DES PELOTES.				
				En pelot.	En charb.	En pe- lotes.	En char. Minors.	Pelotes.	Charb.	Pelotes.	Charb.	La dou- zaine.	Le demi- cent.	Le cent.	Le mille.	Le
Premier feu.	12	...	12	24												
2 feu. . . .	15	...	15	30												
3 feu bour- geois. . .	15	15	15	45												
4 feu. . . .	20	20	20	60												
5 grand feu.	33	34	33	100												



M É M O I R E S

S U R L E S F E U X D E H O U I L L E ,

O U C H A R B O N D E T E R R E .

Des avantages des feux de houille pour le chauffage & pour les besoins domestiques.

TELLES sont les différentes manières de se procurer avec le charbon de terre, soit dans les cheminées, soit dans les poêles, un chauffage économique.

Sa supériorité sur le feu de bois, tant pour la commodité que pour d'autres circonstances, est établie sur des preuves difficiles à contester. En effet, allumer promptement du feu qui n'a pas besoin de l'aide du soufflet; le voir toujours se soutenir sans ce secours dans l'état qu'on veut, sans être obligé de l'arranger continuellement ni de pourvoir à son entretien; échauffer facilement une chambre; être plus qu'avec le bois à l'abri d'une fumée aussi incommode pour la poitrine que pour les yeux: la houille satisfait pleinement à tous ces moyens. Tels sont les avantages du charbon de terre apprêté. Il n'est personne qui ne sache que ces avantages se trouvent rarement réunis dans le chauffage avec du bois, & que, quelque peu de bois qu'on preune dans les chantiers, les meilleurs portent souvent, en brûlant, de très-grandes incommodités: ce qui a donné occasion à des traités particuliers, tant sur la construction que sur la disposition des cheminées.

I. Ces pelotes embrasées ne quittent jamais le grillage dans lequel elles sont contenues; elles ne renvoient jamais, comme le bois, des éclats enflammés. Ces circonstances ne sont point indifférentes pour les personnes qui habitent des appartemens parquetés, pour peu qu'on se rappelle les incendies survenus par le défaut d'attention à écarter les meubles des cheminées où l'on fait des feux de bois.

II. On ne peut douter non plus que ceux-ci ne soient plus convenables pour les logemens abrités du soleil, ou pour les salles basses, dont l'humidité malsaine, particulièrement pour les tempéramens fluxionnaires, ne peut jamais être corrigée par le feu de bois qui, quelque grand qu'on veuille le faire, est difficilement égal & uniforme dans son activité comme l'est celui-ci, dont la chaleur étant plus vive, s'entretient bien plus long-tems la même.

III. L'effet ordinaire à toute espèce de feu (la fumée) ne se trouve pas à beaucoup près le même dans ce chauffage , que celle du bois : il mérite même par-là la préférence pour les appartemens , dont les cheminées renvoient la fumée. Cet inconvénient, supérieur à l'intelligence très-bornée à la vérité de tous les fumistes, puisqu'elle échappe souvent aux renseignemens de la bonne physique, ne laisse dans certaines maisons d'autre alternative, ou que d'éteindre le feu & d'être alors saisi par le froid de l'appartement, ou, si l'on veut ne pas être fatigué de rougeurs, de maux d'yeux cuisans, de souffrir le vent d'une porte, d'une fenêtre, d'un *vas ist das*. Le feu de houille restreint, on ne peut davantage, l'importunité de la fumée, soit qu'elle dépende de la place que la cheminée occupe dans la chambre, de la disposition du foyer, de la tournure de l'appartement, soit qu'elle ne tienne qu'à des causes passagères, relatives au tems, au vent, à l'air, au soleil donnant pour quelques quarts d'heure sur la cheminée, & à d'autres semblables, auxquelles il n'y a point de remède.

La fumée du feu de houille, quelque considérable qu'on la veuille supposer, on ne doit cependant pas s'en former une idée fâcheuse, d'après ce qu'on voit chez les ferruriers qui en usent pour leurs ouvrages; cette fumée ne dure que pendant que les pelotes s'allument. Lorsqu'une fois toute l'humidité qui s'y était conservée est dissipée, ou que la flamme a gagné toute la pyramide & enveloppé ou détruit l'exhalaison de bitume (or ce tems est fort court), il ne reste plus qu'un grand brasier bien allumé, sans aucune vapeur sensible à l'œil: aussi les linges renfermés dans des armoires, les dentelles, les coëffures, les autres ajustemens, se conservent dans leur blancheur, dans leur netteté; on ne les trouve point (quoi qu'on en puisse dire) roussies, comme on le voit ordinairement dans nos pays. J'en parle d'après l'expérience constante des Liégeois, qui sont au moins aussi curieuses que nos Français de conserver la blancheur à leur linge & à leurs ajustemens.

IV. L'odeur ou la vapeur qui s'échappe de ces pelotes soumise à l'action du feu, suivent la même marche que la fumée; déjà bien moindre que celle qu'on connaît dans les ateliers des ferruriers, ou autres, elle se dissipe lorsque le feu est embrasé. Elle est souvent si faible, que j'ai vu ici des personnes qui ne la trouvaient pas, & qui ne pouvaient décider de la matière dont ils voyaient résulter un beau & bon feu. (a)

Il est d'ailleurs très-facile, pour ceux qui y répugneraient, de ne pas en ressentir la moindre impression. Il n'y a qu'à régler son chauffage, c'est-à-dire, la

(a) M. le duc de la Vrillière ayant désiré juger par lui-même de l'effet de ce chauffage, il en a été dressé dans une pièce de son hôtel un très-grand feu. M. le comte de

Maurepas, M. le président de Fleury, & une assemblée nombreuse qui se trouvait à l'audience, en ont marqué une satisfaction unanime.

quantité

quantité de pelotes , ou sur le degré de froid , ou sur la grandeur de la piece qu'on veut échauffer , ou ne pas trop s'approcher du feu , & communément on en est dispensé. On pourrait encore n'employer dans la piece où l'on se tient , que les pelotes restées la veille du feu de sa cuisine , ou de tel autre appartement. Il y aurait un autre moyen fort simple , qui serait de faire allumer le feu , comme il se pratique pour le chauffage avec le bois , avant de passer dans l'appartement.

Les poêles , d'ailleurs , fournissent un remède à ces craintes , aussi peu fondées que toutes les autres , qui dans un moment seront amplement examinées.

Une circonstance singulièrement digne d'attention dans ce chauffage , dont il serait difficile de détailler les nombreuses ressources pour les personnes réduites à la triste économie , qui se borne à satisfaire au besoin forcé , c'est que les cendres du feu peuvent long-tems profiter au même usage. Cette poussière s'est engraissée d'une portion de la matière résineuse qui s'est consummée , de manière qu'elle retient toujours l'aliment du feu , & qu'elle peut , ou dans ce même état , répandues légèrement sur la pile de pelotes , ou avec un nouvel apprêt , entrer dans la composition d'un nouveau feu.

Cette propriété , qui n'est pas difficile à concevoir , en exemptant à volonté de mettre dans son feu un même nombre de nouvelles pelotes , diminue encore la dépense , puisqu'on est maître de tirer parti à l'infini de ces cendres , & que l'on peut y trouver sans cesse un feu qui n'a point de fin.

Outre la manière dont on peut employer ces cendres tout simplement , il y en a d'autres , comme d'en détrempier plus ou moins avec de l'eau dans une terrine ou autrement. Cette lotion versée sur d'autres hochets embrasés , y forme une croûte , & augmente considérablement la chaleur du feu.

Il est même encore possible , pour une plus grande économie , d'en former de nouvelles pelotes , comme nous l'avons décrit à sa place.

VI. Pour les cuisines , le feu de houille est incomparablement supérieur à celui du bois ; l'avantage qu'il a de donner une chaleur plus grande & plus pénétrante , doit le faire présumer. Il peut y avoir dans cette application du feu de houille aux besoins de la cuisine , quelques attentions particulières sur la distance qu'il convient d'observer pour approcher les viandes que l'on veut faire rôtir ; il paraîtrait assez raisonnable de penser qu'en n'observant point sur cela une certaine règle , qui s'acquiert facilement par l'usage , les émanations bitumineuses , en s'introduisant dans les viandes , peuvent les ramollir , & pourraient même leur faire contracter un goût étranger. Ce qu'il y a de certain , c'est que l'idée est assez générale dans Liege , que le feu de houille est plus propre à rôtir les viandes , & qu'elles acquièrent plus de goût ; je l'ai constaté sur les viandes que l'on fait cuire sur un gril. Eh ! n'est-on pas obligé d'avoir les

mêmes attentions pour rôtir au feu de bois, ou griller à celui de charbon ? Si le cuisinier n'observe pas une distance raisonnable, outre que les viandes sont hâties ou brûlées, elles contractent l'odeur de la fumée, ou cette odeur disgracieuse qui émane des charbons. Il n'y a donc ici rien d'extraordinaire, rien de nouveau.

L'auteur de la *Minéralogie* imprimée en 1762, affirme le contraire; il l'affirme comme fu de tout le monde, comme étant ce qui s'y reconnaît le plus ordinairement. L'*Observateur français* à Londres, (a) pour lequel le public est prévenu favorablement, ne paraît pas du même avis que M. Valmont de Bomare.

Je me garderai bien de statuer sur une sensation aussi diversifiée que son organe même, dont les anatomistes n'ont encore pu convenir, aussi subordonnée aux mets qui lui sont fournis, & à l'imagination qui en juge: un article de cette espèce, sur lequel il est décidé qu'on ne peut jamais disputer, ne pourrait donner matière qu'à une discussion risible. Je m'en tiendrai à observer que j'ai été témoin de la surprise de plus d'un Français, en ne trouvant pas ce goût déplaisant auquel ils s'attendaient, & même de la difficulté qu'ils ont eue à se persuader que leur repas, qu'ils avaient trouvé fort à leur goût, avait été préparé au feu de houille. Cela suppose au moins que, si les viandes rôties contractent à ce feu quelque chose de désagréable, l'imagination ou la préoccupation contribuent beaucoup à faire trouver cette saveur bien légère & bien imperceptible; qu'il n'est pas, en conséquence, possible d'avancer ce fait comme chose bien certaine.

VII. L'égalité du feu de houille, mentionnée n°. II, présente tout d'un coup à l'idée un grand avantage pour les journaliers, ou pour les particuliers peu aisés, sans domestiques, ou qui n'en ont qu'un. Ce feu n'est point sujet à varier ni à se déranger, comme on l'a vu n°. II; il dispense les premiers de veiller à la conduite du feu pendant que leurs nourritures se cuisent: pour les seconds, leurs domestiques ne sont point détournés des autres occupations du ménage. Les personnes logées en chambre garnie, & qui veulent ne point confier la clef de leurs appartemens; les hommes de cabinet, ne seront pas des derniers à se décider en faveur de cette nouvelle manière de se chauffer.

Si donc on envisage simplement le charbon de terre appliqué à ces usages sur lesquels roulent les besoins de la vie les plus répétés, il est clair qu'il l'emporte sur le bois: on sera sans doute surpris, lorsqu'on connaîtra ses effets particuliers sur l'air. Comme cette propriété est tout-à-fait opposée aux idées reçues, je ne traiterai pas ici cette raison de préférence; elle deviendra plus frappante & se présentera d'elle-même à l'esprit, lorsqu'en examinant les

(a) Ou Lettres sur l'état présent de l'Angleterre, relativement à ses forces, à son commerce & à ses mœurs, part. III, volume II, lett. 75, page 336.

reproches que l'on fait à l'usage du charbon de terre, relativement à la santé, je montrerais que le feu résultant de ce fossile, loin d'y être contraire, lui est favorable.

Des phénomènes particuliers au feu de houille.

L'emploi très-étendu que l'on fait du charbon de terre pour exécuter quantité d'ouvrages, ainsi que l'application que les habitans des pays où il s'en trouve fâvent en faire en chauffage, aux cuisines & à tous les autres besoins du ménage, ne devraient pas laisser matière à aucune sorte de crainte sur ce fossile allumé chez les particuliers.

Il est vrai, & je l'ai remarqué (a), qu'il y a des charbons de terre préjudiciables ; mais ces charbons exclus (& leur petit nombre est facile à reconnaître) n'empêchent pas que tous les autres venant du même pays, ne soient d'un grand profit & d'une ressource dont on est bien loin de se plaindre. Comment donc le feu de houille, que l'on fait être recherché constamment dans quantité de pays, est-il généralement mésestimé, on pourrait dire, décrié dans quelques autres ? Ce serait ignorer la force des préjugés que de lutter contre ceux que les habitans de Paris, sur-tout, témoignent sur cet objet, & qu'ils croient d'autant mieux raisonnés, qu'ils trouvent leurs préventions établies entr'autres dans des écrits publics, en possession bien ou mal fondée de fixer les doutes & les incertitudes sur les choses qu'ils annoncent. Les voyageurs instruits, qui ont parcouru les pays où ce feu est employé, convaincus de ses avantages, n'en sont pas moins surpris que des ouvrages qui devraient être le dépôt où le génie du siècle confie ses progrès, se soient bornés sur l'article du charbon de terre, à transmettre sans aucune restriction, sans aucune réflexion, l'opinion vulgaire de leur nation, démentie par l'expérience dans un grand nombre de pays, & qui par conséquent méritait bien d'être discutée par les auteurs d'un vaste dictionnaire.

Mon objet n'est point d'essayer de faire revenir le public français de l'opinion défavorable où il est sur l'emploi du charbon de terre pour le chauffage : il en reviendra lui-même. J'ai pensé seulement que ce serait donner un nouveau degré de force à ces préjugés, si je les laissois subsister dans des ouvrages qui sont aujourd'hui plus que jamais en faveur, qui sont presque devenus, selon l'expression de Bayle, *une voie aussi abrégée que commode de devenir savans à peu de frais* ; en sorte qu'à ce titre ils tiennent, pour bien du monde, lieu de bibliothèque.

Celui de ces ouvrages, qui par son titre doit tenir le premier rang, est néanmoins celui qui, sur l'article du charbon, se trouve le plus défectueux.

(a) Sect. VIII, art. 2 de la première partie.

L'auteur du Dictionnaire universel du commerce (a), en décrivant sommairement les qualités & les circonstances apparentes de ce fossile, n'était pas tenu à l'exactitude que l'on serait en droit d'exiger d'un naturaliste. Peut-être attribuerait-on à mauvaise humeur, si je reprenais l'auteur sur sa définition hasardée, d'autant qu'au défaut d'une bonne définition qu'on n'ira pas chercher dans cet ouvrage, le reste de son objet n'en est pas moins rempli de façon à le faire toujours regarder comme un très-excellent livre. Il est cependant nécessaire, pour ce qui va suivre, de faire observer sans autre discussion, que le moindre forgeron, ferrurier, taillandier, chauderonnier, ou autre artisan de ce genre, habitués à manier ce fossile avec toute l'inattention qui leur est permise, qu'un enfant même, né dans les endroits qui en produisent, serait en état de la contredire (b). Il en est de même de la différence qu'il y établit entre le charbon de terre & le charbon de pierre (c). On en peut juger par ce qui a été dit, sect. IX, art. 1, de la première partie. Il est de fait que dans le public on confond presque toujours le charbon de terre avec la tourbe, nommée par plusieurs auteurs latins *terra carbonaria*. L'auteur ne serait-il pas tombé lui-même dans cette méprise? Les fausses idées qu'il donne du charbon de terre, autorisent au moins à penser que cette tentative, rapportée à l'année 1714 pour suppléer à la rareté du bois (d), a été faite avec de la tourbe, & non pas avec du charbon minéral. Supposé au surplus que ce que l'on voulut introduire alors, pour le chauffage de Paris, fut véritablement du charbon, dont la description très-fautive présente l'idée d'une autre substance, il est probable qu'on avait fait un mauvais choix de houille; que celle qui fut mise en vente était quelque-une de ces espèces de qualité réellement incommode, & connues telles dans les endroits d'où elles viennent, & dont je parlerai dans la seconde partie.

Les mêmes défauts d'exactitude sur la connaissance de cette substance

(a) Cet ouvrage, extrêmement utile, dont l'entreprise même, moins bien exécutée, serait très-louable, contient une infinité d'articles excellents; mais il y en a d'autres où l'exactitude ne règne pas toujours. L'auteur, hors d'état d'approfondir par lui-même le grand nombre de matières différentes que son objet embrassait, s'est quelquefois adressé, pour avoir des mémoires, à des gens qui ne possédaient pas le sujet qu'ils ont traité, qui même n'en avaient que des idées confuses. *Essai sur l'état du commerce d'Angleterre*, 2 vol. in-12, tome I.

(b) Le charbon de pierre est une espèce

de pierre-ponce noirâtre, mais plus compacte, moins spongieuse & beaucoup plus dure & plus pesante que la véritable pierre-ponce. Définition de l'auteur que nous critiquons.

(c) Le charbon de terre & le charbon de pierre n'ont absolument rien de commun que leur qualité inflammable. *Idem*.

(d) Le bois étant devenu très-rare & très-cher à Paris, on y amena quelques bateaux de charbon de pierre; mais la malignité de ses vapeurs & son odeur de soufre en dégoutèrent bientôt. Il se vendait en gros au quintal, & se débitait à la livre. *Idem*.

minérale, se trouvent dans un autre ouvrage jouissant des honneurs de plusieurs éditions, & de nos jours, des honneurs d'un supplément (a). Le rédacteur veut que l'on distingue le charbon de terre du charbon de pierre (b). L'un & l'autre y sont mal définis (c). Il a embrassé l'opinion commune de nos pays sur les effets prétendus du charbon de terre, *de salir le linge en le rendant noir, de donner lieu à des maladies poitrinaires, & d'exhaler une vapeur maligne, dont l'odeur est insupportable à ceux qui n'y sont pas accoutumés.*

Le troisième ouvrage (d), fidèle imitateur de ces volumes grossis par le recueil indigeste de tout ce qui se trouve épars dans ceux qui les ont précédés, a fâcheusement divulgué les mêmes imputations rebattues dans les uns ou dans les autres, ou répétées par tous ceux qui les y ont puisées. Ces inconvénients, désagréables & fâcheux, sont encore à être exposés de façon à guider au moins l'idée juste & précise qu'on doit s'en former, & à préserver l'imagination d'un lecteur de la disposition à se grossir des objets mal présentés.

Le dictionnaire moderne d'histoire naturelle est aussi, sur cet article (e), marqué au même coin de tous ces commentaires alphabétiques. Il paraît avoir respecté la crédulité vulgaire touchant le danger de la vapeur du charbon de terre employé au chauffage. La manière dont le public s'est prévenu favorablement pour cet ouvrage, ne peut être pour nous une raison de trouver l'auteur excusable de ne s'être point distingué de ces compilateurs ordinaires; d'avoir laissé entrevoir des doutes & des inquiétudes (f), sur lesquelles il y a ceci de remarquable dans l'énoncé, qu'elles semblent ne pouvoir se concilier avec les réflexions des sçavans qu'il cite lui-même (g); d'avoir en-

(a) Dictionnaire économique, contenant divers moyens d'augmenter les biens, & de conférer la santé, &c. par Noël Chomel, curé de Saint-Vincent de Lyon, quatrième édition, 1740.

(b) Quelques-uns le (charbon de terre) confondent mal-à-propos avec le charbon de pierre.

(c) Le charbon de terre est une espèce de terre noire & sulfureuse. . . . Le charbon de pierre est une pierre minérale, sèche & sulfureuse. . . . On le débite ordinairement en gros morceaux, à peu près comme les tourbes de Hollande, mais d'une figure moins régulière.

(d) Dictionnaire d'agriculture & de jardinage, de fauconnerie, de chasse, pêche, cuisine & manège, in-4°, au mot *Charbon de terre*.

(e) Dictionnaire raisonné universel d'histoire naturelle, contenant l'histoire des animaux, des végétaux & des minéraux, édition de 1768, in-4°, au mot *Charbon minéral, Charbon de terre, Houille*.

(f) La grande quantité de vapeurs qui s'élèvent du charbon de terre, dont on fait un si grand usage à Londres, occasionne peut-être la maladie connue en Angleterre sous le nom de *consumption*.

(g) Il est vrai que Vallerius & Hoffmann ont observé que la phthisie & autres maladies consumptives, ont été moins communes en Saxe, & ne sont presque point connues en Suede, depuis l'usage du charbon de terre; mais il peut se trouver dans des charbons de terre de quelques pays, des matières étrangères pernicieuses, qui ne se trouvent point dans d'autres.

fin livré ses lecteurs aux ténèbres d'une indécision qui ne doit pas avoir lieu sur le danger de ce chauffage. Ceux sur-tout qui ont connaissance de l'Essai de minéralogie, publié en 1762 par le même auteur (a), où il avance que *la houille cause à quelques personnes, notamment aux Anglais, des maladies de poitrine ou de consommation*, ne savent si ce danger n'est que pour les Anglais, s'il n'appartient qu'à la houille en général, ou s'il appartient accidentellement au charbon de terre d'Angleterre. *Quantité d'articles du dictionnaire demanderaient de même à être éclaircis.* Un de nos naturalistes, célèbre par l'étendue de ses recherches, ayant pris soin d'en avertir, on a tout lieu de compter sur ces éclaircissements à chaque nouvelle édition. (b)

Cette courte analyse d'ouvrages qui n'aspirent qu'à favoriser le goût du siècle dans sa prétention à l'universalité de connaissances, doit être plus que suffisante pour mettre dans un jour sensible les défauts qui y sont répandus sur notre objet. Mais en nous bornant à ces écrits, ne serait-ce pas faire injure aux lecteurs attentifs, en présument mal-à-propos de leur *incuriosité*, ou en leur prêtant cet esprit de contradiction qui ne fait songer qu'aux raisons à opposer, & qui rejette celles qui peuvent persuader? Ne nous est-il pas permis de supposer que l'on attend de nous que nous détruisions en détail des préjugés que nous n'avons fait qu'exposer? L'obligation où nous nous sommes trouvés de relever ou d'indiquer sommairement les articles défectueux des ouvrages dont nous nous sommes d'abord occupés, entraîne décidément la nécessité de les réformer dans tous les points sur lesquels portent les préjugés qu'ils ont entretenus, qu'ils ont multipliés, tant sur la vapeur ou la fumée, que sur l'odeur & la cendre ou la poussière, résultantes de la combustion du charbon de terre.

Ces trois chefs ne donnent pas matière à des objections également importantes; le moindre de ces inconvéniens cependant, (s'il était impossible de ne pas en demeurer d'accord) est de nature à donner au chauffage dont il s'agit, un motif d'exclusion, dont la révocabilité ne serait jamais que l'effet du tems, c'est-à-dire, de l'extrême disette de bois, qui forcerait à passer sur toute espèce d'incommodité; il est par cette raison indispensable de soumettre séparément chacune de ces allégations, chacun des phénomènes qui se remarquent dans le feu de houille, à un examen régulier; ce n'est qu'en les approfondissant que ces avantages pourront être balancés raisonnablement avec ceux du bois, lorsqu'il est trop cher. Mon idée à cet égard étant de mettre à portée de décider si ce chauffage, dont quantité de pays s'accom-

(a) Minéralogie, ou nouvelle exposition du règne minéral. Paris, 1762, tome II, charbon de pierre ou houille. Observations, pages 251 & 252.

(b) Mémoire sur différentes parties des sciences & arts, par M. Guettard, de l'académie royale des sciences, trois volumes in-4°, tome II, page 210.

moient si bien, mérite le discrédit où il est dans quelques autres, je me suis rendu attentif à toutes les raisons qu'on a coutume d'alléguer. J'irai chercher avec soin, par-tout où je le pourrai, les différentes objections que l'on a coutume de faire contre cet usage, & le lecteur ne pourra me taxer de m'en être caché à moi-même, ni d'avoir voulu lui en déguiser aucune.

De la nature du feu de houille, relativement à la santé.

Des difficultés que l'on a coutume d'opposer à l'usage de ce fossile pour le chauffage, celles qui ont rapport à la santé, & qui des-lors emporteraient sa proscription, doivent principalement attirer notre attention. Nous commencerons aussi par considérer à cet égard les effets de la vapeur & de la fumée du charbon de terre.

Sa fumée acide absorbe une partie de l'air, & détruit pour quelque tems son élasticité: si elle est reçue de trop près, il peut en résulter de la toux, même de la suffocation; c'est-à-dire, que ces effets sont très-possibles dans l'usage de quelques especes de houille, selon la disposition des sujets, ou le concours de différentes causes. Ces effets ne diffèrent point de ceux du charbon de bois.

Personne n'ignore que, sans être respirée trop long-tems, celle de ces derniers est suffocante & assoupissante; qu'elle produit de grands maux de tête, des défaillances, des apoplexies incomplètes.

Ceux qui se chauffent avec des charbons de bois dans des poëles fermés, sont également sujets à ressentir des engourdissemens, des pesanteurs de tête, quelquefois à être attaqués d'asthmes chroniques, & d'autres effets contraires à la santé (a), dangereux même pour la vie. La triste certitude de la malignité de cette vapeur, qui donna la mort à l'empereur Jovien, suggéra à Marius l'idée d'imposer à Quintus Catulus ce genre de mort, dont l'empereur Julien fut garanti à Paris par l'art des médecins. Il n'est pas d'hiver où il ne se renouvelle des exemples tragiques de cet effet dans toutes les grandes villes.

Ce serait même manquer à ce que nous devons par état à la société, que ne pas prévenir que celle du charbon de terre enfermée, peut devenir tout aussi préjudiciable. J'en rapporte dans cette seconde partie quelques accidens; mais l'exposé fidèle qui en a été fait par les observateurs, n'y laisse reconnaître autre chose que des imprudences particulières, dont on ne peut rien conclure.

(a) *Judicium de noxa carbonum accensorum.* Fréd. Hoffmann opera. Voyez aussi la savante thèse de M. Lorry, soutenue aux

écoles de médecine de la faculté de Paris, sous la présidence de M. François Poussé, le 4 mai 1747.

Nos ferruriers ne sont-ils pas autant de témoins qui déposent que ce ne sont pas là les effets ordinaires du feu de houille ? Ces artisans s'exposent journellement à la fumée, à la vapeur de ce fossile, avec autant de sécurité que d'impunité ; on ne remarque point qu'ils soient plus sujets que d'autres aux maladies ordinaires, ni même sujets à des maladies particulières. Les seules qu'on leur connaisse, sont d'avoir les yeux chassieux, pleureux, échauffés, des ophtalmies ; incommodités qui, comme l'observe Ramazzini, (a) dépendent plutôt de ce que ces artisans ont toujours la vue fixée sur le feu, sur la lumière éclatante du métal qu'ils font rougir, & sont l'effet de l'irritation continuelle que les exhalaisons du fer chauffé & rougi produisent sur les yeux, plutôt que des exhalaisons du charbon. Ces ouvriers en sont encore à se douter que cette vapeur de houille soit maligne (b), & jamais on ne parviendra à les intimider sur ce point.

La grande quantité de lumières, dont on ne se méfie pas communément, qui éclairent aujourd'hui presque toutes nos antichambres, sont la plupart du tems aussi susceptibles d'inconvéniens que pourraient l'être la fumée ou la vapeur du charbon, tant de terre que de bois. Ces exhalaisons onctueuses d'huiles de qualité différente, ou de graisse souvent mêlée, & dont quelques-unes sont plus nuisibles que d'autres, en s'engageant dans les bronches, sont très-pénibles & non moins fâcheuses pour quelques poitrines (c). Il est peu de personnes qui ne soient d'abord affectées par ces fumées suiveuses en entrant dans les salles de spectacle, & dans les appartemens où elles se trouvent ramassées & retenues en grande quantité. De fait, elles gênent sensiblement la respiration, excitent la toux, produisent des maux de tête (d). On ne laisse pas d'employer ces moyens économiques sans avoir la moindre inquiétude.

La vapeur du charbon minéral n'a donc rien que de commun avec ce que l'on reprocherait à celle du charbon de bois (s'il s'agissait ici de décrier ce chauffage), quand on s'y expose indiscrètement ; mais ce danger n'est pas plus considérable de sa part que des autres vapeurs auxquelles on peut la comparer, ou même de toute espèce de feu conduit irrégulièrement. D'ailleurs, on doit toujours se rappeler que cette vapeur & les autres circonstances que nous traiterons dans cet article, ne sont pas dans un degré égal à celui qu'on leur connaît dans les ateliers où l'on brûle du charbon de terre ; que les

(a) *De morbis artificum, diatriba Bernardi Ramazzini, in Patavino archilyceo practicae medicinae publici professoris. Mutinae, M.DCC.*

(b) Dictionnaire universel du commerce. Dictionnaire économique. Dictionnaire d'a-

griculture, &c.

(c) *De candelarum sebacarum pernicioso nidore.* Solenander, conf. 6, page 461.

(d) Avis au peuple, sur la santé ; par Tissot, tome II, pages 443 & 444.

phénomènes

phénomènes de ce feu ne sont pas également marqués dans toutes les houilles.

Si à ces considérations on ajoute celles que les inconvénients qui peuvent y être attachés tiennent à des circonstances (a) susceptibles, comme on l'a vu, d'être corrigées par des moyens simples & connus; qu'il est très-facile de se garantir de ces inconvénients, de les réduire presque à zéro par la construction des cheminées, des poeles, &c. (b) on avouera que ces imputations, fort sérieuses en elles-mêmes, ne sont que des argumens généraux, appuyés sur des vérités mal rapprochées, & ne prouvent rien contre l'usage dont nous entreprenons la défense.

Un des reproches que l'on avance le plus souvent sur le feu de charbon de terre, c'est d'affecter les poudrons, de donner des maladies de poitrine, d'être la cause de la consommation à laquelle les Anglais sont extrêmement sujets (c). Cette imputation grave est si répandue, & s'est établie si fort dans les esprits, qu'insensiblement on l'a regardée comme de toute certitude. Si les Anglais étaient le seul peuple du monde qui fît usage du charbon de terre pour le chauffage, cette allégation (en accordant que la consommation est endémique en Angleterre) pourrait être de quelque poids. Mais au Japon, il ne manque point de ce fossile; il y en a une grande quantité de mines en Chine, où les habitans auraient de la peine à vivre sans cette ressource. En un mot, on a vu, dans la première partie de cet ouvrage, qu'il y a un nombre considérable de pays, autres que l'Angleterre, où l'on fait de la houille un usage presque aussi général. Il est inouï jusqu'à ce jour que la consommation soit sensiblement commune dans tous ces endroits; c'est donc bien gratuitement que nos dictionnaires, & après eux le public Français, ont attaché aux habitans de la Grande-Bretagne le privilège d'être, plutôt que ceux des autres pays, les victimes des funestes impressions attribuées à l'usage du charbon de terre. Un excellent chimiste de l'Allemagne, qui a traité de ce fossile, révoque en doute cette opinion. M. Zimmerman dit expressément : *Il n'est pas certain si à Londres la maladie endémique des Anglais a pour cause la vapeur du charbon de terre, ou la manière dont elle affecte l'air* (d). Pourquoi consulter ici l'étranger par préférence? Personne n'ignore que la nation Anglaise a été fertile en médecins aussi supérieurs dans l'observation que dans la pratique. Comment cette particularité a-t-elle pu échapper à Sydenham, à Willis & à quantité d'autres illustres écrivains de cette profession, dont aucun n'a laissé dans les fastes de la médecine le moindre vestige de leur attention sur cet objet important? M. James, dans son dictionnaire que des sçavans ont fait connaître

(a) V. ce qui précède dans cette même section.

(b) V. ce qui concerne cet article.

(c) Dictionnaire économique. Diction-

Tome XVII.

naire d'agriculture.

(d) Part. 5, de *regno animal. C. V. de materiis bituminosis.*

par la traduction en notre langue (a), a traité cet article à l'avantage du charbon de terre, d'après ce qu'a dit M. Hoffman (b), dont il paraît adopter le sentiment : ce qui rend assez probable que la consomption (si elle est réellement plus fréquente parmi les Anglais que parmi d'autres peuples) tient, soit au grand usage qu'ils font du ponche, soit à d'autres circonstances dont la recherche n'a pas de rapport à notre discussion. Les médecins Anglais n'ont jamais pensé à imputer au feu de charbon de terre cette fréquence de phthisie exagérée par les autres peuples, d'autant qu'il est notoire que les poitrinaires décidés soutiennent l'action de ces vapeurs tout au moins aussi bien que celle du feu de bois. On verra à la fin de ce cahier ce que pense à ce sujet la société de médecine de Londres (c). En cherchant néanmoins à remonter à la source de cette fautive ætiologie de la consomption anglaise, trop légèrement établie par des compilateurs qui ne doivent pas faire loi ici, je trouve à achever de la détruire sans réplique.

Le lecteur le moins instruit n'a qu'à se rappeler la simple idée qu'on a communément de cette maladie, & qui est assez juste; il reconnaitra que cette phthisie anglaise est une consomption hypochondriaque, c'est-à-dire succédant aux affections de ce nom, connues sous celui de mélancoliques ou vaporeuses. Quelques auteurs, parmi les modernes, les rangent aussi dans la classe des affections nerveuses, mais du genre des affections consomptives qui ne tiennent point à la poitrine.

Les auteurs de ces dictionnaires ignorent que la maladie anglaise (d), si on veut l'appeler ainsi, & qui attaque quelquefois les Français comme les habitans d'autres climats, est d'un genre tout différent, puisque la cause immédiate réside dans les viscères du bas-ventre, & sur-tout dans la région épigastrique, où se passent les premiers désordres : les embarras qui surviennent au foie, à la rate, dans les voies hémorroïdales, dans le bas-ventre, occasionnent un dépérissement insensible de toute la machine; ce n'est que dans le dernier état de la maladie que la fièvre, la toux, la gêne dans la respiration, surviennent.

Se réduira-t-on à regarder cette propriété mal-faisante de la houille d'Angleterre, comme privativement particulière à celle de ce pays? L'objection

(a) Dictionnaire universel de médecine, de physique, de chimie, de botanique, de chirurgie, d'anatomie, de pharmacie, &c. traduit de l'anglais, au mot *Charbon*.

(b) Friderici Hoffmanni observationum physico-chymicarum selectiorum, libri III, &c. in-4, Hala, 1746. Observ. XXXIV, de carbonibus fossilibus, & eorum vapore

non adeo noxio.

(c) Piece marquée FF.

(d) *Atrophia nervosa* Morton. de phthisi nervosa, cap. I. *Tabes nervæ*. Lorry, de melancholia, pag. 1282. *Nosologia medica* Francisci Boissier de Sauvages, class. X. *Cochlexia*, *macies*, *atrophia*, sect. III, tom. II, pag. 460.

n'est plus la même ; elle rentre dans la thèse générale que je vais reprendre, & j'aurai occasion de desculper les charbons d'Angleterre, ainsi que ceux des autres pays.

Le champ qu'elle ouvre devant nous est d'autant plus vaste, que, puisqu'aux preuves de fait, qui ne devraient pas trouver de résistance dans les esprits, on oppose uniquement des oui-dire, une espèce de tradition nationale, nous sommes en force pour étayer ces mêmes preuves d'expériences qu'il ne nous est pas permis d'abandonner, de témoignages puisés dans des sources sûres, des sentimens de plusieurs auteurs profonds, avec lesquels il serait injuste de vouloir faire entrer en parallèle des citations d'ouvrages dont nous avons fait voir les imperfections & les erreurs, & dont le principal mérite est souvent de passer légèrement en revue des connaissances superficielles.

On juge facilement que je veux parler des minéralogistes, des chymistes & des médecins ; les uns, comme faisant leur étude de la science générale des minéraux ; les autres, comme portant leurs vues au-delà de ce qui s'appercevoit à l'œil, découvrant les phénomènes fugitifs & secrets, les principes constitutifs des corps ; les autres, comme réduisant en pratique tous ces travaux communs, les comparant & les rapprochant ensemble, pour juger les propriétés & les forces des choses bonnes ou nuisibles.

C'est à ces différens physiciens, occupés à considérer sous un aspect différent les productions de la nature, à philosopher, chacun selon leurs règles, sur leurs objets respectifs, qu'il appartient de prononcer ; il serait extraordinaire que, sur un fait qui tient à la santé, on ne les interrogeât point ni les uns ni les autres. Plusieurs d'entr'eux, célèbres par leur savoir, Hoffman, Willis parmi les praticiens, & que les auteurs de l'Encyclopédie ont cités à ce sujet (a), Zimmerman parmi les chymistes, ont résolu les difficultés capitales ; nous ne faisons qu'emprunter le jugement de ces savans : aussi osons-nous dire que nous ne laisserons rien à désirer aux personnes qui ne se refusent point à l'évidence, & qui ignorent les moyens de repousser ou d'obscurecir la vérité.

Une observation très-singulière, par laquelle je ne puis me dispenser d'entrer en matière, c'est qu'au milieu de cette espèce d'unanimité de la nation Française à redouter, à bannir l'usage du charbon de terre pour le chauffage, toutes les autorités qui doivent prévaloir ici, se réunissent pour dissiper les nuages de ces préjugés.

La seule qui semblerait être défavorable se trouve dans un traité inestimable, traduit du latin en français (b). L'auteur, Anglais de nation, recom-

(a) Au mot Charbon de terre.

(b) Georgii Chæmæi, *medicina doctoris, tractatus de infirmorum sanitæ tuenda, vitæque producenda. Cap. de aere.*

mande aux valétudinaires qui ont leur résidence dans Londres & dans les grandes villes, où l'on se chauffe avec de la houille ou de la tourbe, de se garantir en hiver des vapeurs humides & chargées d'exhalaisons minérales; il exhorte sur-tout les asthmatiques, & tous ceux qui ont la poitrine délicate, à s'abstenir de la ville, à aller à la campagne, ou du moins d'éviter l'air du soir.

Si l'on prend cet énoncé en général, il est absolument conforme à ce que la physique médicinale apprend sur les effets de l'air chaud, dans les affections de l'espèce dont parle notre auteur, sans former une difficulté réelle contre l'usage du charbon de terre dans les cheminées; il n'a besoin d'éclaircissement que pour le particulier. M. Cheyne n'a pu parler que du seul chauffage connu en Hollande: le feu que donnent ces matières, employé à cet usage dans ces pays, est plus ardent que tout autre. L'expérience fait connaître que les asthmatiques ne peuvent supporter l'air des chambres chaudes, ni celui des villes, devenu en hiver trop peu élastique par la grande quantité de chauffage qui s'y consume.

Le conseil de M. Cheyne porte-t-il plus sur le feu de houille que sur les autres? Il ne s'est pas expliqué assez clairement; car deux substances qui ne se ressemblent point y sont clairement désignées: *gleba pinguis & sulphurea, præcipue carbo fossilis*.

Dans le cas où l'on ne pourrait disconvenir que M. Cheyne était évidemment dans l'idée que ce chauffage peut porter préjudice, en particulier à ceux qui ont de la disposition aux maladies de poitrine, il ne serait point difficile de combattre une opinion qui pouvait être propre à ce médecin. Elle ne s'accorde ni avec ce que la chimie a fait reconnaître le plus communément dans ce fossile, notamment dans celui d'Angleterre, qui seul pouvait être suspecté, d'après M. Cheyne, ni avec les principes reçus touchant les propriétés du soufre, même en supposant son existence dans tous les charbons de terre.

1°. Si l'on invoque les lumières de cet art, à l'aide duquel on est parvenu à pénétrer dans la texture la plus voilée de toutes les productions des trois règnes, le sentiment de M. Cheyne, dont on voudrait s'étayer, ne peut se soutenir.

Les charbons de l'Angleterre, au rapport de M. Kurella qui les a analysés, ne contiennent point dans leur texture un soufre naturel, dont les vapeurs ou exhalaisons puissent être contraires à la poitrine. (a)

On peut encore opposer aux craintes de M. Cheyne, prises dans le sens qui n'est pas le véritable, une preuve de fait: l'expérience constante de ses propres concitoyens. Le procédé de diminuer par un alliage l'odeur du charbon de terre, est connu dans quelques provinces d'Angleterre. Sous le

(a) Essais & expériences chimiques, in-8°. Berlin, 1756, en allemand, paragr. 18.

regne de Charles I^{er} (a), il fut accordé pour l'espace de vingt-quatre ans, à lire John Hack & à Octavius de Strada, un privilège exclusif de faire valoir leur secret de brûler le charbon de terre sans que l'odeur de sa fumée fût incommode. Les habitans de Londres, pour leurs appartemens, emploient le charbon de terre, tel qu'il se tire de la mine, sans recourir, ni à des constructions particulières de fourneaux, ni à des moyens capables de diminuer l'odeur & la vapeur résultans de ce chauffage : tant ils sont préoccupés qu'il doit être exempt de malignité.

Pour ce qui est de la nature du charbon de terre, s'en tiendra-t-on à accuser en général les exhalaïsons de ce fossile, à raison de son odeur & de sa vapeur, appellées *sulfureuses*, ou, si l'on veut, à raison du soufre qu'il recèle ? On a vu, sect. IV, art. 2 & 5, de la première partie, que l'existence du soufre naturel dans le charbon de terre, du moins dans le plus grand nombre, n'est pas une chose prouvée. Il a été remarqué, sect. IX, art. 4, que les charbons de terre ne doivent pas tous être réputés de nature sulfureuse, du moins qu'ils ne tiennent pas essentiellement du soufre. On y a expliqué ce que les houvillers entendent lorsqu'ils disent que tel ou tel charbon est sulfureux. A en juger par les effets, M. Zimmerman remarque très-judicieusement, que ni les maréchaux, ni les forgerons, ni les autres ouvriers qui emploient le charbon de terre, ne sont atteints de maladies connues pour être produites par les vapeurs du soufre.

En supposant pour un instant que tout charbon de terre est imprégné de soufre, il resterait à faire voir que le soufre en général est contraire à la santé : assez communément on est avec raison dans une opinion très-différente, & ce n'est pas à tort que les médecins l'ont nommé *balsamum pulmonum*. Galien étant à Rome, envoyait les phthiques respirer l'air du volcan ; quelques médecins Anglais, à l'exemple de Celse, conseillent à ceux qui sont disposés à cette maladie, d'aller respirer l'air de Naples. A quoi bon déplacer des malades qui, sans sortir de chez eux, se trouveraient au milieu des exhalaïsons sulfureuses de tous les feux de la ville ? Enfin, si décidément une fumée sulfureuse était aussi nuisible qu'on veut le dire, les habitans de Falun, qui sont environnés d'une atmosphère de vitriol sulfureux (b), devraient être beaucoup plus sujets à la consommation que les Anglais.

Nous n'avons pas même besoin de nous étayer à cet égard d'aucune comparaison que l'on pourrait récuser, entre des exhalaïsons dissemblables en quelques points ; savoir, celles de ces soufres qui ne contiennent rien d'unctueux, mais toujours l'acide vitriolique & le phlogistique, & ces exhalaïsons de l'acide huileux, des matieres résineuses, fossiles, connues sous le nom

(a) Tome XVIII, fol. 870, du *Fœdera*.

(b) Voyez sect. V, art. 3 de la première partie.

de *bitumes*. Gallien leur attribue une vertu balsamique, & l'on pourrait l'admettre dans le charbon de terre, puisque l'analyse y fait reconnaître un esprit qui a sur les métaux le caractère du baume de soufre (a). Quelle que puisse être la vapeur résultante du charbon de terre employé au chauffage, nulle difficulté à s'élever contre les idées reçues généralement à son désavantage, soit qu'on envisage ce fossile comme sulfureux, soit qu'on l'envisage simplement comme bitumineux, & donnant une vapeur grasse & épaisse : si cette exhalaison était de nature à porter le moindre préjudice à la santé, si les corpulentes que le feu débarrasse de ce fossile, portaient avec eux la plus légère empreinte de malignité sur le cerveau, sur les parties nerveuses ou autres organes, ce serait particulièrement dans ces lieux qui servent d'asyle à toute sorte de pauvres & d'infirmes, qu'on devrait s'en apercevoir. Il est de ces endroits où le charbon de terre est employé à différents usages, qui en produisent une assez grande consommation pour donner sur cela des éclaircissements non équivoques. L'administration des hôpitaux de Lyon, modèle inimitable de vigilance & de police, qui font le plus solide fondement de ces précieux établissements, a adopté l'usage du feu de houille. L'hôtel-Dieu s'en sert dans les salles de convalescens ; l'hôpital de la Charité l'emploie pour les cuisines, pour les lessives, pour les poeles. On n'en a remarqué aucun inconvénient (b). Dans quelques hôpitaux militaires du Hainaut Français, on s'en sert pour tous les besoins ordinaires : ceux de l'armée du bas-Rhin, lors de la dernière guerre, en ont pareillement fait usage ; il n'en est jamais revenu de la part, ni des officiers de santé, ni des intendans, ni des malades, aucune plainte qui vienne à l'appui de l'opinion défavorable que les habitans de Paris ont de ce feu.

C'est un fait en médecine, qu'il est avantageux pour quelques indispositions de poitrine, de vivre dans une atmosphère chargée d'exhalaisons sulfureuses. (c) Willis avance, comme prouvé par l'observation, que la phthisie fait peu de ravages dans les pays où l'on brûle de la houille. (d) Le célèbre M. Hoffmann, qui a traité ce seul objet dans toute l'étendue qu'il peut mériter, fait, dans une observation que j'ai déjà citée, (e) une remarque très-importante.

(a) Voyez sect. IV, art. 5, de la première partie.

(b) V. les pièces justificatives, n. G. G.

(c) *Crasso & imprimis sulphureo gaudens, ... urbis fumosa auram pinguem & hebetiorem haurire*. Willis, tome II, page 164, c. VI, de *phthysi pulmonari*, edit. Amstel.

(d) *Communis observatio est, regiones*

istae five in Anglia, five in Belgio, ubi cessante igne nutriuntur, & odorem valde sulphureum spirant, tamen rarius infestare : quin imo loca ista phthysi obnoxia, aut ea laborantibus maxime salubria vel sanativa existere. Willis, *ibid*.

(e) V. *ejusdem opera omnia physico-medica*. Geneva, 1744. *Patholog. c. IV. Scholion sectionis 24, pag. 212.*

tante à ce sujet : c'est, dit-il, une vérité que tout le monde regarde comme constante, que depuis environ vingt ans que l'on fait dans notre ville de Halles, un grand usage de charbon de terre pour cuire le sel, on n'y connaît plus de fièvres malignes & pétiéiales, de dysenteries & de maladies scorbutiques, qui étaient si communes avant ce tems. Une autre preuve, poursuit-il, que cette fumée est salutaire, c'est que les habitans des maisons par lesquelles elle passe continuellement, n'en éprouvent aucun dérangement dans leur santé. Ce qu'il ajoute ensuite, ne laisse aucun doute que c'est à la vapeur du feu de charbon de terre, & non à l'exhalaison de la partie grasse du sel, qu'il attribue l'effet dont il rend compte. Nous ne craignons point de faire appercevoir qu'on pourrait taxer notre célèbre médecin d'être ici en contradiction avec lui-même, paraissant dans un autre endroit (a) regarder la péripneumonie, l'asthme sec, & la phthisie, comme endémiques à Londres & à Liege, par le trop grand usage du charbon de terre. Nous devons observer que c'est en parlant des charbons allumés dans des chambres trop renfermées, qu'il fait cette remarque ; elle ne paraît porter que sur cette circonstance accidentelle, sans quoi il y aurait contradiction manifeste. Nous avons seulement à infirmer ou à réfuter l'idée bien distincte de l'auteur, touchant l'endémie des affections de poitrine dans la ville de Liege, qui se réduit à une erreur de fait, sur laquelle on ne peut être du même avis ; je ne me permettrai pas de dire encore rien sur cela de mon chef. Tout le monde doit, comme moi, déférer au jugement des médecins qui exercent leur profession dans cette capitale. On y en a vu de tout tems, dignes par leurs lumières & par leur succès, de la réputation dont ils ont joui : un d'eux, avec lequel je tiens à honneur d'être lié particulièrement d'estime & d'amitié, (b) m'a assuré plus d'une fois que ces maladies ne sont point à Liege sensiblement plus ordinaires & plus fréquentes qu'elles ne doivent être dans tout endroit où il y a beaucoup d'habitans (c) Ce n'est pas qu'il ne puisse y avoir des médecins prévenus que l'air imprégné des exhalaisons du charbon de terre, notamment celui de Londres ou de Liege, soit plus ou moins mal-sain. On ne peut avoir égard qu'à ceux qui ont rendu leur opinion publique dans quelque ouvrage imprimé ; les autres d'ailleurs, ne sont de même dans cette idée que par manque d'attention suffisante, ou faute d'être informés convenablement : comme cependant je n'ai rien négligé pour faire toutes les perquisitions imaginables, & que mon dessein est de ne rien cacher de tout ce que je saurai sur cela, on me

(a) *Friderici Hoffmanni opera omnia physico-medica. Geneva, 1740, tom. I, c. III. Scholion sessionis X, pag. 105.*

(b) M. Delwaide, licencié en médecine de la faculté de Louvain, ancien préset du college des médecins de Liege.

(c) Cet habile médecin, qui depuis que j'ai quitté Liege, s'est prêté obligamment à entretenir avec moi un commerce de lettres, a bien voulu m'envoyer, il y a deux ans, un rédige de nos conversations sur ce point.

permettra de citer ici un écrit que j'ai entre mes mains, & qui est d'autant plus grave, qu'il était relatif à une tête auguste qui m'a honoré de sa confiance.

Un des motifs de l'éloignement du feu prince de Liege (a) pour son habitation dans sa principauté & dans sa capitale, était fondé sur la disposition de l'air de cette ville, chargé des exhalaisons de la houille, auxquelles il attribuait une toux convulsive, dont aucun remède n'a été capable de le délivrer. C'est précisément sur l'article de la santé, que nous sommes plus disposés à acquiescer aux idées de ceux qui nous environnent, & dont nous connaissons l'attachement. Le cardinal de Bavière s'était familiarisé insensiblement avec l'opinion qu'avait fait naître dans ceux qui composaient sa cour, une inquiétude bien louable sur sa conservation; d'une autre part, quelques médecins qui avaient été consultés, avaient penché pour cet avis, & avaient rejeté expressément sur l'air de Liege la cause de l'état du cardinal. J'ai été chargé de la conduite de ce prince, dans un séjour de près d'une année à Paris, où il avait été attiré par l'espoir de trouver enfin dans le bon air de nos campagnes, & dans l'habileté de nos médecins, un terme à son mal. On se doute bien que, pour me mettre au fait de la situation de cet illustre malade, j'ai dû avoir communication des mémoires qui avaient été répandus en différens tems. Il ne m'est donc pas possible, sans encourir quelque reproche de déguisement, de paraître ignorer que l'air de Liege, à raison de la grande quantité de houille qui s'y consume, avait été jugé pernicieux: d'ailleurs, en discutant cet avis particulier, j'aurai occasion de représenter sous une nouvelle face le sujet que j'ai entrepris d'épuiser. Entre plusieurs de ces consultations, je m'arrêterai à celle qui m'a paru la plus frappante. Le conseil (b), en recherchant la première origine de la maladie de S. A. S. E. décide dans le mémoire écrit en bon latin (c) qu'on ne peut l'attribuer à d'autres causes qu'à la nature de l'air sombre & grossier de la ville de Liege. Les raisons qu'on en donne ne portent que sur le préjugé que nous avons toujours à combattre. On ne peut, dit-il, y méconnaître la présence des vapeurs épaisses, le mélange des fumées sulfureuses qu'exhalent sans cesse les houilles dont on y fait une grande consommation; elles occupent, sous la forme d'un nuage sombre & jaunâtre, la basse région de l'air, non-seulement au-dessus de la ville, mais encore au-dessus de chaque hameau; il ne faut enfin qu'avoir de l'odorat, pour ne pouvoir pas révoquer en doute la qualité sulfureuse de l'air de ce pays. (d) M. Stebbler renchérit à cet égard sur les idées ordinaires; il crée

(a) Jean-Théodore, duc de Bavière, premier prêtre cardinal de la sainte église romaine, du titre de Saint-Laurent in Lucina.

(b) M. Stebbler, professeur en médecine,

conseiller de S. A. S. l'électeur de Bavière, & premier médecin de S. A. E. de Bavière, prince de Liege.

(c) Dated de Munich, le 2 déc. 1757.

(d) Si vero in rheumatica ejus, & spaf- dans

dans l'atmosphère de Liege, des molécules dont la pesanteur ne leur permet pas de rester long-tems suspendues en l'air. Nous examinerons ailleurs ces allégations: les preuves qu'il en donne, seront considérées en même tems; je ne veux ici examiner à fond l'avis de M. Stebbler, que par rapport à l'induction qu'il en tire, pour décider que la maladie du prince provenait des exhalaisons de la houille. On juge bien que ce n'est qu'une répétition de la même idée que nous avons à combattre, & qui sera achevée de discuter dans le courant de cet article. En effet, le consultant, après s'être étendu sur les mauvais effets que doivent produire des corpuscules pesans, sulfureux & fétides, en agaçant & molestant l'organe de la respiration, il en conclut qu'on ne peut que s'attendre à un préjudice considérable à la santé de S. A. S. E. s'il s'expose de nouveau à l'action d'un air imprégné de miasmes fétides & sulfureux, dans lesquels a pris naissance la toux convulsive dont le prince a éprouvé les premières atteintes lors de son séjour triennal à Liege.

L'histoire sommaire de la situation du malade fera juger si le fait est bien démontré. Le prince Théodore, trois ans après son élection & sa première résidence à Liege, fut attaqué d'une toux qui ne cédait à aucun remède: la santé d'un souverain est toujours un dépôt bien délicat. Un médecin qui s'en trouve chargé ne saurait être trop attentif; une simple conjecture, à l'aide de laquelle son malade peut recouvrer sans risque la santé, doit le décider presque autant qu'une certitude. Il eût été indiscret, & c'eût été se compromettre, de ne pas vouloir penser, avec tous ceux qui approchaient le prince, que l'air de Liege pouvait bien lui être contraire: il était plus que raisonnable de s'en assurer; le moyen était simple & indiqué par tout le monde. Le changement de place pouvait être profitable, on en essaya. Le prince passa à son évêché de Freysingen; une résidence de quatre ans dans cette ville, ne répondit pas aux vœux de la cour. La toux ne laissa jamais de relâches entières. La cité de Liege eut encore la satisfaction de jouir de la présence du prince Théodore; mais l'opiniâtreté de l'incommodité, qui presageait une maladie chronique très-rebelle, la persuasion inquiète des courtisans, que la première cause de cette toux importune tenait à l'air de Liege, déterminèrent à abrégier ce second séjour. Quelle raison de désespérer que le mal, en éloignant le prince du climat que l'on accusait, trouverait enfin de l'adoucissement dans un air différent? Le remède le mieux indiqué n'a pas toujours d'abord le

tica tussis originem indagare lubeas, a præjudicii pravitate libera menti nihil prius occurret quam Leodienſis aëris densa, tetrica, spississiq; vaporibus & sulphureo fœta atmosphæra, quæ ex accensis fossilium carbonum glebis exhalans, non dicam

civitati, sed cuilibet etiam pagò, fuscæ ad instar nebula incumbens, remotis longe oculis se prodit, atque insuper nares ferit, sequæ de sulphurea indole participare dubium non relinquit.

succès qu'on a droit d'en attendre. Il était naturel de faire encore l'essai de celui de Freylingen. La tentative fut aussi infructueuse que la première, les choses même empirèrent : non-seulement la toux augmenta, les accès se rapprochèrent ; mais les secousses violentes de la poitrine donnèrent des alarmes sur l'effet du sang porté avec trop d'impétuosité au cerveau. Ces alarmes étaient redoublées par la *dyscrasie* de ce fluide altéré d'un levain dartreux, qui était la véritable cause immédiate, & dont on pouvait craindre une fâcheuse métastase.

Ce prince, également tourmenté de sa toux en Bavière, dont le ciel est naturellement pur & serein, n'y avait pas trouvé l'avantage que procure ordinairement l'air natal ; & prévenu défavorablement contre celui du pays de Liège, déclara l'auteur de la disposition valétudinaire qui avait succédé à une constitution robuste, a porté par-tout ailleurs cette toux convulsive, catharrale, qui n'était que symptomatique.

Dans ce court & fidele exposé, l'on ne voit rien qui établisse solidement les effets nuisibles de l'air qu'on respire à Liège. De ce que le prince, trois ans après son élection, avait été attaqué d'une toux rebelle à tous les remèdes, qu'il a conservée toute sa vie, & dont il n'est point mort (a), il ne s'ensuit pas que cette maladie soit provenue de l'air de Liège. Si cela eût été, l'air natal, respiré à deux reprises différentes pendant un tems suffisant, celui des campagnes des environs de Paris, auraient apporté du changement dans la maladie : en regardant même comme bien certain que cet air a été fâcheux au prince Théodore en particulier, on n'a pu en déduire rien de général, puisque, de tous les princes ses prédécesseurs, ceux qui n'étaient point du pays, n'ont éprouvé dans leur santé aucun dérangement auquel on ait songé à assigner cette même cause.

Les personnes raisonnables, qui ne se laissent point séduire par l'opinion, seront bien-aises qu'on leur fasse appercevoir combien l'idée vulgaire, sur les dangers du feu de charbon de terre, est opposée à la vraisemblance. Outre que plusieurs médecins reconnaissent des utilités médicinales dans ce chauffage, on ne manque point, en y réfléchissant un peu, de présomptions pour imaginer qu'il est plus salutaire que nuisible.

Le célèbre chymiste que nous avons déjà eu occasion de citer plusieurs fois, M. Zimmerman, estime que *ce feu purifie l'air ; que non-seulement cette vapeur peut être avantageuse pour les phthises pulmonaires, pour lever les obstructions squirreuses des glandes bronchiales, mais qu'elle peut être encore un excellent*

(a) Mort d'accident dans son palais épiscopal de Liège le 27 janvier de l'année 1763, sept jours après l'application de compresses d'eau de Cologne, sur un reste de

ses dartres, qui reparaissaient tous les ans à l'arrière-saison, & dont on était venu à bout de le persuader qu'il était guéri radicalement.

remède dans les tems de peste. Cette dernière conjecture ne doit pas être regardée comme une chimère, en faisant attention à l'analogie de cette vapeur (V. sect. 4, art. 5 de la première partie), avec ces fumées résineuses de foyers que fit brûler Hippocrate, pour faire cesser la peste dont la Grèce fut affligée.

L'inutilité du moyen proposé par notre auteur contre un fléau heureusement devenu des plus rares, mais qui peut s'appliquer également aux maladies épidémiques & contagieuses, n'empêche point que cette idée, cette spéculation, si l'on veut, n'aille très-bien à notre objet, loin d'y être indifférente.

Le feu de houille, plus vif & plus ardent, est, par son plus grand mouvement, plus capable que celui du bois, d'agiter l'air, d'obvier à sa stagnation, plus propre à dissiper les mauvaises exhalaisons. Ce ne serait pas avancer un paradoxe, que de prétendre qu'il est encore par sa partie bitumineuse, & par un principe qui s'en détache dans la combustion, plus propre à corriger l'air, & que, pour quelques affections de poitrine, il est une espèce de palliatif, & même un remède : dès-lors le chauffage de charbon de terre devient une chose précieuse pour les familles indigentes, qui forment le plus grand nombre des habitans d'une grande ville ; pour le petit peuple, dont les retraites pourraient souvent, sans injustice, être regardées comme autant de cachots prêts à se peupler.

Dans le grand nombre de maladies de langueur qui sont comme endémiques parmi ce qu'on appelle petites gens, dont quelques-unes sont constamment le triste partage du défaut d'aisance, on ne saurait douter qu'il n'y en ait plusieurs qui doivent leur origine à l'air étouffé, respiré en commun dans un même endroit toujours trop resserré (a). Une troupe d'enfans aussi mal tenus pour l'ordinaire, souvent aussi mal-sains que ceux dont ils ont reçu l'être, entassés dans un même lit, au moins dans une même chambre, dont tous les recoins exhalent la mal-propreté, ne respirent certainement pas un air salubre. Ce défaut de pureté ne tarde pas de s'accroître à un degré bien plus fâcheux, si quelqu'un de la bande vient à tomber malade, ou se trouve affecté de vice scrophuleux ou autre, de nature à se communiquer.

Peut-être est-ce la cause pour laquelle la pulmonie sur-tout, phthisie devenue aujourd'hui si commune qu'on pourrait la nommer *consomption française*, fait plus de ravage dans le bas peuple que dans les familles aisées. Cette maladie, en effet, ne se borne pas à celui qu'elle a gagné le premier dans cette chambre : elle étend facilement sa contagion sur une bonne partie de la famille misérable, qui respire un air infecté de myasmes purulens. Si ces in-

(a) Avis au peuple sur sa santé, quatrième édition, Paris, 1760, tome I, chap. I, sect. IX, page 38.

fortunés avoient été, dans les grands froids, en état de corriger de tems à autre par un peu de feu le mauvais air de leur habitation, il est permis de présumer que le premier attaqué, ou quelques-uns de ceux qui ont par la suite contracté la disposition malade, eussent résisté aux atteintes pestilentielles de l'air qu'ils respirent. (a)

On fait que dans les frois excessifs, les pauvres sont en butte à tous les fléaux de l'indigence : quand bien même on supposerait que des malheureux ne recontraient à ce chauffage que pailagèrement & dans les tems les plus rigoureux, cette propriété de corriger à peu de frais le mauvais air (de quelque maniere qu'on l'entende) est un avantage très-digne de considération ; il entre dans la classe de ces médicamens dont l'art de guérir prescrit la vapeur ou la fumigation pour les affections de poitrine ; ce moyen paraîtrait même de nature à l'emporter sur l'habitation dans des étables, dont on avoit voulu faire une méthode spécifique.

Les deux autres circonstances appartenantes au feu de houille, ne sont pas aussi essentielles, puisqu'elles ne concernent pas la santé ; elles ne sont, pour ainsi dire, que d'opinion, c'est-à-dire, fondées uniquement sur des apparences. Pour aller au nœud de la question concernant l'odeur que donne le charbon de terre brûlé, & trancher toute difficulté sur ce point, il s'agit de nier ou de convenir que les désagrémens & les inconvénient qu'on ne pourra faire disparaître dans l'usage de ce fossile, tant de la part de l'odeur qu'il exhale que de la poussière qu'il répand, sont bien sensibles. Il s'agit d'examiner en quoi ils sont mal entendus ou exagérés. Ceci ne comporte absolument qu'une révision de faits vérifiés soigneusement, & discutés avec impartialité.

De la vapeur, de l'odeur & de la fumée du charbon de terre.

La maniere dont on est prévenu contre le feu du charbon de terre relativement à ces inconvénient, ne peut avoir sa premiere source que dans le récit de ceux qui ont été dans les pays où l'on en fait usage. La plus grande partie des voyageurs tient effectivement un langage assez uniforme au désavantage de ce chauffage. Sans vouloir ici les déprimer, à la faveur du reproche que l'on fait à ceux qui viennent de loin, naturellement portés à s'écarter de la vérité, je demande sérieusement si tous ceux qui sont sortis de chez eux sont dans le cas de mériter une confiance aveugle sur ce qu'ils racontent ? Les

(a) *Enim vero nonnullis phyticis tanta est hujus aeris insipientia, ut morbi causa, hœris in quo degunt incongruitati, quandoque fere in totum adscribatur, & pro*

curacione soli aut cæli mutatio, cæteris quibuscunque remediis præferatur. Willis, opere citato.

uns, & ce nombre est grand, n'ont porté dans les pays étrangers qu'ils ont vus, que des yeux fasciés par des préjugés, & ne rapportent à leurs compatriotes que les fausses idées qu'ils avaient avant leur départ.

D'autres, tout-à fait ignorans sur les modes, sur les pratiques, comme sur les particularités des pays où ils ont été, uniquement inflatués d'un voyage qu'ils ont fait en courant, s'arrogent impérieusement des droits sur la crédulité de leurs auditeurs, dont peu sont en état de les contredire; ils prennent d'ordinaire un ton affirmatif, même décisif, qui ordonne aux autres de ne pas douter.

Combien dans tous ces différens voyageurs, dont on écoute les récits, y en a-t-il, je ne dis pas seulement qui sâchent observer, mais qui aient voulu se donner la peine de voir & d'examiner? Le point auquel j'en suis, me fournira ici la preuve de ce manque d'attention & de discernement des voyageurs, d'après lesquels on croit connaître exactement les effets du feu de houille.

Dans le compte que rendent la plupart d'entr'eux, de leurs sensations à cet égard, aucun n'a fait mention d'une circonstance également compétente aux sens, & à mon avis, aussi frappante que les autres phénomènes du chauffage, dont ils relevent si fort les incommodités : c'est précisément hors des tems qu'il n'y a pas de feu allumé dans un appartement, en conséquence lorsqu'on ne peut y penser, lorsqu'on ne s'y attend pas même, que la circonstance dont je viens de parler a lieu. J'en ai dit un mot en passant, dans la première partie. Voici ce dont il s'agit : la graisse ou l'huile du charbon de terre, en parcourant dans l'état obscur de vapeurs le tuyau de la cheminée, s'y est amoncelée, s'y est refroidie à différentes hauteurs & avec différentes circonstances : elle s'est convertie en suie plus ou moins résinée ou bituminisée. La partie qui n'est point consolidée avec la suie déjà formée, tient encore beaucoup de son humidité qui, au moyen de l'absence du feu dans la cheminée, n'est point chassée dans le haut, & que le tems pluvieux empêche d'y parvenir, ou de se dissiper à l'extérieur : elle reflue donc plus ou moins sensiblement dans la pièce, à l'odeur près; c'est ce qu'on éprouve quelquefois dans des chambres chauffées par des poêles. A raison, ou du peu d'étendue du tuyau, ou de la direction qu'on a été contraint de lui donner, ou de l'exposition de son issue, sur laquelle on est également gêné, les poêles renvoient en tems de pluies, lorsqu'on n'y allume point de feu, une odeur de suie assez forte : cette remarque peut être faite aisément.

Je ne puis d'ailleurs mieux désigner cette odeur au commun de mes lecteurs, qu'en leur disant qu'elle tient des charbons de terre & de celle des charbons de bois. Il est plus facile d'en donner une idée à ceux qui ont quelques connaissances de chimie. C'est absolument l'odeur propre au commen-

cement de la décomposition des bitumes ou des résines, & plus de ces dernières, qu'on obtient des bois résineux, &c. par leur distillation à la cornue. L'odeur qui s'exhalera dans cette opération par le trou du ballon, comparée à celle de la suie dans les tems humides, démontrera mon idée; & si les charbons de terre donnent en brûlant une odeur mixte, dans laquelle on distingue celle dont il est question, c'est une présomption de plus pour penser, avec beaucoup de physiciens, que les charbons de terre ont une origine végétale.

La difficulté qu'il y aurait, comme dans tout ce qui est du ressort des sens, à trouver tout le monde d'accord, ne me permet pas davantage de spécifier l'impression que cette odeur pourrait produire sur les uns ou sur les autres. Je donnerai seulement mon idée à cet égard, & je la crois raisonnable; elle est une suite de l'opinion de quelques auteurs que j'ai cités, sur la propriété du charbon de terre de donner au feu une exhalaison bonne pour la santé, & qui est étayée de l'avis des médecins de Liege & de Valenciennes. Je serais disposé à penser que cette odeur, renvoyée de tems en tems des cheminées dans les appartemens, en agissant sur l'organe de la respiration, comme elle affecte l'odorat, ne contribue pas peu à rectifier l'air des villes & des maisons où l'on brûle de la *houille*.

Je passe maintenant à quelques autorités sur lesquelles on imagine pouvoir ne pas douter de l'inconvénient de la poussière, de l'odeur & de la fumée que donne le feu de charbon de terre. Les témoignages des personnes qui habitent à la proximité de quelque manufacture où l'on emploie beaucoup de charbon, comme d'une verrerie, &c. sont ceux auxquels on se croit autorisé d'en appeler davantage: selon eux, ces délagrémens sont réels & considérables.

Dans le voisinage des endroits où il y a des manufactures qui consomment une grande quantité de charbon de terre pur, & non apprêté, on ne connaît que l'incommodité indispensable d'un grand volume de fumée, comme par-tout où l'on brûle d'autres matières; mais cette fumée plus épaisse, & plus sensible à la vue que celle du bois, est moins nuisible pour les yeux: on n'en a jamais vu résulter aucun dommage, ni aucun inconvénient. Ces ateliers ne peuvent nullement être donnés pour exemple; on ne peut trop répéter que la somme de vapeur, de fumée, de poussière, résultant du charbon de terre, préparé tel que je l'ai dit, ne ressemble en rien à ce que l'on est à portée de voir dans ces endroits: ce serait en juger très-mal que d'en juger par-là. C'est à tort qu'un journal, recherché par le choix de notices courtes, simples & précises, sur les nouvelles productions des arts & de l'industrie, des sciences & de la littérature (a), en discutant les avantages des pompes

(a) *Avant-coureur*, n. 33, ann. 1768, lundi 15 août, p. 524, en rendant compte du troisième mémoire de M. Desparcieux, sur le projet d'amener à Paris la rivière d'Yvette.

à feu, appliquées à d'autres objets qu'à l'épuisement des eaux de mines, taxe l'odeur du charbon de terre, nécessaire pour le service de ces machines, d'odeur *pernicieuse*.

Nous conviendrons assurément que son odeur, sa fumée, &c. présenteront une idée désavantageuse, lorsqu'on voudra comparer les feux de houille pure avec les feux de bois; cette manière assez naturelle de prendre l'idée de ce chauffage, pourra d'abord ne pas lui être favorable. A Londres, dans les premiers tems qu'on en brûla, on s'éleva contre son usage. Les historiens de cette ville rapportent "qu'en 1305, vers la fin du regne d'Edouard I^{er},
 „ les marchands qui avaient besoin de beaucoup de matiere combustible,
 „ comme les teinturiers, brasseurs, &c. ayant commencé alors à employer
 „ le charbon de terre, une grande partie de la haute, de la petite noblesse
 „ & des autres bourgeois représenterent au roi que cet usage était incom-
 „ mode au public, & que de la permission qui fut donnée d'informer, il
 „ s'ensuivit une ordonnance sévère pour défendre l'usage de cette matiere,
 „ sous peine d'amende, confiscation, &c. „ Les mêmes historiens rappor-
 „ tent " que ces marchands éprouvant la rareté & la cherté du bois de chauf-
 „ fage, qui portait coup à leur commerce, employèrent le charbon de terre,
 „ & en tirèrent, peu de tems après, de Newcastle sur la Tine. „

Il serait difficile de citer en aucun pays l'exemple d'une contravention aussi heureuse. Aujourd'hui que dans ce royaume les mines de charbon de terre donnent l'existence à une pépinière de matelots, réputés les plus habiles, & que ce commerce est devenu si considérable qu'on y assigne une partie des subside que la nation a coutume d'accorder pour les besoins de l'état, nous nous croyons plus que dispensés de nous arrêter à la moindre réflexion, pour faire remarquer combien on pense différemment sur cette matiere qu'on ne pensait en 1305.

Le savant historien de la police de Paris (a) mérite trop d'égards pour passer sous silence ce qu'il dit sur cette odeur, qu'il caractérise mieux que la plupart de ceux qui en ont écrit. En parlant de ce chauffage, usité dans les pays qui produisent de la houille, il s'exprime d'une manière qui ne prévient pas en sa faveur (b); mais il est facile d'imaginer que sur cela il n'a suivi que l'idée commune. Les propriétés qu'il donne ensuite à cette odeur, sans

(a) Traité de la police, par M. Delamare, conseiller-commissaire du roi au châtelet de Paris, 4 vol. in-fol. dont le premier en 1705, le deuxième en 1710, le troisième en 1719, & le quatrième continué par M. Leclerc du Brillet, sur les memoires de feu M. Delamare, publié en 1738.

(b) Il ne peut y avoir qu'une longue habitude qui puisse rendre ce chauffage supportable; car ce charbon, en brûlant, rend toujours son odeur naturelle de bitume, qui est fort incommode à ceux qui n'y sont pas accoutumés. Tome III, édition in-4, page 933.

doute d'après quelque témoignage, font preuve qu'il n'a jamais prétendu se rendre garant de ce qu'il avance. (a)

Voudrait-on, en se dépouillant un instant de toute espèce de préoccupation, favoir ce qui en est de l'odeur du charbon de terre quand il brûle, de la fumée qui s'en exhale? Rien de plus aisé; il n'est pas besoin pour cela d'avoir voyagé en Angleterre, à Liege, ni d'avoir été dans le Hainaut Français, ou dans les autres provinces qui emploient ce fossile à leur chauffage. On ne peut faire beaucoup de chemin dans les rues de Paris sans passer auprès de quelque boutique, d'où la vapeur, la fumée, l'odeur de cette substance s'élevaient dans le voisinage. On s'en aperçoit d'abord; mais quoiqu'elle prenne assez fortement au nez, on n'a jamais remarqué que personne donne sur cela le moindre signe de *déplaisance*. En tout cas, loin d'être nuisible, on serait fondé, avec le célèbre M. Hoffman (b), à réputer cette vapeur amie du genre nerveux, comme la plupart des substances dont on fait respirer la fumée, & qui, quoique d'une odeur désagréable, sont décidément, dans les affections nerveuses, plus efficaces que les parfums.

Feu M. Fagon, intendant des finances, avait été à portée, dans les contestations survenues à l'occasion des mines de Raismes & de Saint-Waast au Hainaut Français, de connaître l'importance & l'étendue de la ressource dont pouvait être le charbon de terre. Soit qu'il voulût faire connaître son utilité pour le chauffage, soit idée particulière, il avait adopté le charbon de terre pour échauffer ses bureaux & ses antichambres. L'odeur que l'on appréhende tant, & sur laquelle on annonce une si grande répugnance, n'avait donné lieu à aucune raillerie, ni à aucune contradiction sur cette fantaisie, si on veut l'appeler ainsi.

Dans l'hiver de l'année 1712, environ, plusieurs pensionnaires du college de Louis-le-Grand se trouverent très-bien de l'idée de leurs parens, qui, à l'occasion du prix auquel sans doute le bois de chauffage était porté dans ce moment, envoyèrent à leurs enfans du charbon de terre. Ce fait m'a été assuré par une personne aussi éminente par ses qualités personnelles, que par les places distinguées qu'elle a occupées, & elle était du nombre de ceux qui se chauffèrent avec du charbon de terre.

Quant à la fumée résultante de ce fossile, si on en juge par ce que l'on en voit chez les ouvriers qui emploient le charbon de terre dans leurs travaux, l'idée qu'on en prendrait serait absolument fautive. Les charbons dont ils se servent sont ceux qui communément ont le plus d'odeur, & donnent le plus de fumée, & par cette raison ils ne conviennent pas si bien au chauffage; &

(a) Cette mauvaise odeur a néanmoins cette bonne qualité, qu'elle chasse ou tue les serpents.

(b) *Frid. Hoffmanni obs.* 24, de *carb. bonibus fossilibus*, & *corum vapore non adeo noxio*.

on ne doit pas oublier qu'en employant le charbon de terre, apprêté comme je l'ai décrit, l'odeur & la vapeur n'en sont plus les mêmes que celles qui se remarquent dans ces ateliers.

Dans la différence dont il s'agit ici, la fabrication à laquelle la houille a été soumise, pour l'appliquer aux usages domestiques, corrige réellement les défauts qui paraissent au Français une raison d'exclure ce fossile des usages domestiques.

On doit bien s'attendre qu'entre plusieurs personnes, au jugement desquelles on voudra s'en rapporter dans une matière de cette espèce, les avis se trouveront partagés; mais je n'ai sur cela qu'une observation à faire: je n'hésite point d'assurer que ce ne sera toujours que le plus petit nombre qui trouvera insupportables l'odeur, la fumée ou la vapeur de ce chauffage. L'imagination n'aura-t-elle pas, dans cette manière d'être affectée, plus de part que la réalité? La présomption en est du moins permise.

Je suppose encore que quelqu'un, libre de tout préjugé sur cet objet, soit affecté désagréablement pendant les premiers momens que la pile s'enflamme. Il est, pour ceux qui auront dans leur maison plus d'un feu, un moyen aisé de ne pas se douter de ces effets, c'est de n'employer pour le chauffage de leurs appartemens que les pelotes qui seront restées de la veille du feu de la cuisine, ou des autres pièces; on en sera quitte pour être obligé de renouveler plus souvent ce feu, sans que l'économie, qui fait un avantage essentiel de ce chauffage, en souffre aucunement.

De la poussière ou cendre, & de la fumée du charbon de terre.

A en croire tous ceux qui ont été dans les pays où l'on brûle du charbon de terre, la poussière ou la cendre, & la fumée, qui s'écartent loin des cheminées & des villes, répandent jusques dans l'air un noir salissant dont il n'y a pas moyen de se garantir. Cette poussière altere la blancheur des linges, la netteté des vêtemens, l'éclat des dorures, dont il semble qu'on ne puisse plus se passer dans les appartemens, dans les meubles & sur les ajustemens.

Je suis honteux d'être tenu de réfuter sérieusement des objections qui n'ont rien de grave que le ton avec lequel on a coutume de les annoncer, & l'attaché de la multitude. Quoique la plupart soient si peu fondées qu'elles pourraient être taxées de ridicules, je les traiterai. S'il fallait, en se chauffant avec de la houille, renoncer à la propreté, soit dans sa maison, soit en ville, il est certain que ce ne serait pas une faible objection contre cet usage, tout agréable & commode qu'il serait d'ailleurs; mais il ne suffit pas que ces oui-dire soient reçus généralement, il faut que le point de fait sur lequel ils sont appuyés, soit avancé de manière à être lié avec les circon-

tances qui l'éclaircissent, & que chacun ne puisse pas se le représenter à sa fantaisie.

Suffit-il, par exemple, qu'un écrivain nous déclare (a) que la ville de Saint-Etienne en paraît comme toujours couverte de nuages ou d'un brouillard épais; que cette fumée noircit les maisons, & fait peut-être perdre à cette ville, du côté de l'agrément, une partie de ce qu'elle gagne du côté du commerce & des richesses? La chose paraît vraisemblable, & on n'ose pas imaginer que cela puisse être autrement; mais je m'en tiens à renvoyer, pour le premier objet, à la lettre de M. Delwaide; & à l'examen que j'ai fait de la consultation de M. Stebbler, quant au second.

Dans des villes telles que Londres, Liege, ou autre, dans lesquelles on use du feu de houille pour tous les besoins d'un ménage, dans lesquelles tous les quartiers servent de passage aux voitures qui transportent sans cesse cette matière de tous côtés, il sera sûrement impossible de ne pas s'apercevoir des traces de cette importation dans les rues, dans quelques parties des maisons, comme les cours ou les endroits où l'on ferre l'approvisionnement. On fait, par exemple, que Saint-Etienne en Forez est rempli de fabriques d'armes à feu, de fenderies, usines, martinets, manufactures de quincaillerie. De tout ce qui se consomme de charbon dans l'enceinte de cette ville, n'est-ce pas la plus considérable quantité qui paie dans ces ateliers? Et y a-t-il quelque chose à conclure d'une grande habitation occupée par des forgerons qui, sans interruption & tous les jours, brûlent du charbon à l'aide des soufflets, dont le vent détache & enlève des molécules ou en nature, ou en cendres? Jugerait-on des inconvéniens des cendres & de la fumée de ce chauffage par la mal-propreté qui regne universellement dans les petits ménages, & qui s'étend sur leurs vêtements, sur tout ce qu'ils touchent, ou ce qu'ils approchent? Il faudrait ignorer que le menu peuple est par tout pays reconnaissable par son extérieur sale & négligé. J'ai entendu très-souvent chercher la preuve de ces allégations touchant la propriété de salir & de s'insinuer partout des cendres & de la poussière de la houille, dans la prétendue précaution que prennent les Anglais & les Liégeois, de choisir des redingottes & des habits gros bleu. Il n'est pas difficile de voir que le menu bourgeois, le commun du peuple, ou l'homme de commerce, trouvent simplement dans cet habillement, & dans la couleur qu'ils préfèrent pour l'ordinaire, l'avantage de s'exempter du soin réitéré de leur ajustement. Il y a même sur cela, si je ne me trompe, une remarque que tout le monde est à portée de faire: c'est que ces étrangers, pris dans le même ordre, en voyageant dans d'au-

(a) Mémoire pour servir à l'histoire naturelle des provinces du Lyonnais, Forez & Beaujolais, par M. Allean du Lac, avocat en parlement, & aux cours de Lyon, tome II page 68.

tres pays où l'on ne brûle pas de charbon de terre, ne se départent point de ce choix d'habillement ; que s'ils ont à se faire habiller hors de chez eux, ils le décident assez volontiers, par préférence à toute autre, pour cette couleur grossière. On ne peut pas dire que c'est alors de leur part un choix raisonné sur les inconvéniens de la poussière du feu de houille, entièrement inconnu dans le pays où ils se trouvent.

Les personnes qui s'imagineront que ces étrangers se sont uniquement conduits en cela par une sage & prévoyante économie relative à leur prochain retour au milieu de la fumée poudreuse de leurs pénates, auront à prouver que telle a été l'intention ; alors je n'aurai rien à répondre.

Ce n'est pas que le charbon de terre, employé presque généralement dans une grande ville, ne produise une cendre dont une bonne partie doit se répandre en l'air & retomber de tous côtés. Ce n'est pas une suite aussi nécessaire de ce chauffage, que nous avons à contester : nous ne prétendons que réduire à sa juste valeur l'opinion que l'on a de l'effet de cette poussière sur tout ce qui peut être soumis à son contact. Une courte observation suffira pour cela : c'est qu'à voir, à examiner même avec cet esprit de prévention les appartemens, les ameublemens, je ne dis pas seulement des maisons honnêtes, mais encore du commun & du plus petit artisan de la ville de Liege, les habillemens, les linges de corps & de table, on ne croirait point du tout qu'il ne s'y fait de feu, pour quelque chose que ce soit, qu'avec de la houille.

Je dois ajouter à cela que dans le général on y est assez dans l'usage des rideaux blancs, tant pour les lits que pour les croisées ; cette couleur, la plus facile de toutes à s'altérer, & qui ne pourrait se concilier avec cette propriété de la houille, d'être salissante, annonce clairement que cet inconvénient n'est pas tel qu'on le prétend communément. Où est donc le sujet d'inquiétude que le Français, si recherché sur l'article de la propreté, n'ait point le talent de s'y maintenir au milieu du chauffage dont il s'agit, de conserver cette propreté qui n'est inconnue ni à Londres, ni à Liege, ni en Hollande, où l'on fait qu'elle est, si on peut parler ainsi, portée à l'excès, quoiqu'on n'y brûle que de la houille ou de la tourbe ?

Il y a assurément un manque d'attention, ou une prévention bien mal raisonnée à aller chercher dans la fumée qui doit nécessairement s'exhaler en grande quantité dans un endroit fort peuplé, une explication de cette vapeur qui paraît au-dessus de la ville de Liege ; c'est assurément une des moindres causes de ce que l'on peut avancer sur cela. Le voile nébuleux qui, si l'on veut, obscurcit l'air au-dessus de Liege, n'est guère différent, ni plus considérable que celui qui couvre les grandes villes, & qui est toujours remarqué par les voyageurs arrivant à Paris. (a)

(a) Voyez ce que dit sur cela l'*Observateur Français*, page 331, lettre 75, vol. II.

Je ne puis retenir mon étonnement de ce qu'avance M. Stebbler dans la consultation donnée pour le feu cardinal de Bavière. Ce médecin va jusqu'à prononcer que *ces efflux sulfureux & scides, entraînés en bas par leur propre poids, communiquent au sol du pays une couleur noire, pénètre jusque dans les bouffes; que l'or & l'argent qui y sont renfermés, n'y sont pas à l'abri d'une altération marquée.* (a) L'explication du fond de la couleur du terrain de Liège, par une cause extérieure, telle que les molécules de la houille, trop pesantes pour pouvoir rester suspendues en l'air, ne peut être réfutée sérieusement.

Pour ce qui est de l'effet de ces exhalaisons sur l'or & sur l'argent, le lecteur instruit doit se rappeler ce qui a été dit à cet égard, dans la première partie. Les chymistes connaissent cette propriété dans l'esprit du charbon de terre, lorsqu'on le soumet à la distillation; mais M. Stebbler avance ici un fait tout neuf & absolument ignoré des Liégeois, & de ceux qui y ont séjourné assez long-tems pour y avoir de l'argent en caisse, ou en sacs. En accordant au surplus un instant cette propriété, très-propre à frapper les esprits crédules, on ne voit pas comment M. Stebbler a pu en tirer une induction contre la salubrité de l'air de Liège, dans le cas pour lequel il donnait son avis relativement à la santé du feu cardinal de Bavière, & à la nécessité d'éviter de le respirer. Cet esprit reconnu par l'analyse, & qui véritablement noircit l'or & l'argent, n'est, au su de tous les chymistes, qu'une espèce de liqueur balsamique, & il devient alors plus que difficile de le soupçonner d'être nuisible à la poitrine.

On ne saurait croire à quel point on a été extrême sur ce préjugé, jusqu'à prétendre que la poussière ou la vapeur de la houille ont un effet marqué sur la peau, que la blancheur du teint du visage se ternit par cette fumée.

Il n'est pas trop facile d'imaginer sur quel fondement porte cette absurdité. Serait-ce d'après ce que l'on voit tous les jours sur les ouvriers employés dans les mines & dans les magasins de houille, ou à des travaux qui obligent d'être du matin au soir au milieu de cette poussière, ou de la vapeur? Certainement l'aspect de cette grande partie du menu peuple qui habite l'extrémité de quelques faubourgs de Liège, & qui ne connaît d'autre occupation que celle des mines ou du commerce de houillerie, rendra au vrai le tableau que je donne du corps des houilleurs, sect. première de cette seconde partie. Les ferruriers, les ramonneurs doivent être, des pieds à la tête, de la même couleur que nos charbonniers; comme les boulangers, les plâtriers doivent être remarquables par une couleur toute opposée: mais on n'ose se persuader

(a) *Hæc sane cum satore juncta sulphurea effluvia, sicut suo pressa pondere, nigro terras colore inscunt, reconditumque in cistis aurum & argentum deformi rubigine imbuunt.*

que ces troupes d'artisans enfumés ou barbouillés, puissent fournir aucune sorte de conséquence en faveur de la propriété que l'on attribue au charbon de terre, d'altérer foncièrement la couleur de la peau.

Nous aurions fort désiré n'avoir pas encore à faire ici un nouveau reproche à un démonstrateur d'histoire naturelle, dont les cours publics sont fort suivis (a). En croyant avec le vulgaire à cette influence du feu de houille sur le teint du visage (b), il ne devait pas négliger de nommer les pays, les villes, dans lesquelles il a constaté cette observation importante pour la plus agréable portion de la société. Je puis assurer que ce n'est pas à Maëtricht (c), dont le sexe est bien éloigné d'avoir un teint défagréable. Les habitantes de Liège ne sont pas plus mal partagées à cet égard, que ceux de Maëtricht. Il faudrait être difficile, pour accuser le sang des Liégeois d'être frustré de cette heureuse aptitude à faire briller sur l'extérieur du corps & du visage, cette blancheur & cette fleur qui ajoutent un surcroît d'agrément aux traits de la physionomie.

À Valenciennes, dans le Hainaut Français, où depuis quarante ans on n'emploie de même que le charbon de terre pour le chauffage, les femmes ne se sont pas encore aperçues que cet usage ait fait aucun outrage à leur teint. Les personnes de l'un & de l'autre sexe, qui pourraient être intéressées dans cette alarme, en reviendront d'elles-mêmes, en faisant attention que les Anglais n'ont rien moins que le teint olivâtre. On sait que la couleur brune n'est pas même chez eux la couleur dominante.

Si les physiologistes ont eu de bonnes raisons pour regarder la blancheur du teint du visage des habitans d'un pays comme un signe de la salubrité, que deviendra la qualité prétendue mal-saine du climat de Londres, ou de ce brouillard perpétuel qu'on y respire ? Une chimère.

À la veille de mettre ces mémoires à l'impression, il m'est parvenu un ouvrage fait pour intéresser à plus d'un titre. La plume dont il sort, habituée à jeter de l'agrément sur tous les sujets qu'elle traite, est également en possession du suffrage du public. La curiosité des Français sur les mœurs & les coutumes de la capitale d'Angleterre, s'est déclarée depuis plusieurs années jusqu'à déterminer le curieux à y voyager pour en juger par lui-même. Tous ne le peuvent cependant pas ; & ces derniers curieux feraient bien à plaindre, si l'homme de lettres qui s'y est transporté, ne respecte pas la vérité dans le compte qu'il leur rend de ce qui l'a frappé ; si l'imagination vient se confondre

(a) Minéralogie, ou nouvelle exposition du regne minéral, par M. Valmont de Bomare.

(b) La vapeur qu'exhale ce fossile, lorsqu'il brûle, noircit le linge, & rend le

teint tout basané.

(c) On ne voit descendre tous les ans sur la Meuse qu'un seul bateau de bois pour l'usage de cette ville.

avec l'impartialité qu'il annonce; si enfin, à la faveur d'une épigraphe applicable à toutes les grandes capitales (a), on se permet des inconspicuités sous la forme de l'érudition qui dit tout & n'approfondit rien. Dans l'ouvrage piquant, intitulé, *Londres* (b), on trouve un article assez long sur ce que le chauffage du charbon de terre a de désagréable. Le ciel de cette ville y est représenté comme un manteau formé d'un nuage qui oppose pendant huit mois de l'année environ, une barrière impénétrable aux rayons du soleil, qui revient sans cesse sur lui-même, pour empêcher les habitans d'entrevoir la lumière du jour. (c)

L'auteur assure que, si Londres continue de s'accroître autant qu'elle en paraît susceptible, les fumées du charbon de terre forceront les habitans de renoncer à ce séjour. Les édifices, auxquels on a certainement apporté le plus de soin pour en rendre la construction magnifique & solide, se ressentent déjà de cette fumée insupportable, qui enveloppe exactement & continuellement la ville. "Non-seulement l'extérieur des maisons porte évidemment l'im-
 „ preinte de la couleur sale & déplaisante de cette fumée, mais encore leur
 „ solidité en est sensiblement altérée; les pierres de l'ancienne cathédrale,
 „ détruite par un incendie en 1666, avaient toujours été l'objet de réparations
 „ aussi fréquentes que dispendieuses, occasionnées par l'action insensible
 „ de la fumée." (d)

Qui oserait, après de pareils effets présentés d'un style séduisant & léger, contredire, même révoquer en doute la propriété nuisible & mal-saine des vapeurs de ce chauffage, ne pourrait passer que pour un entêté. Ne pas redouter l'action corrosive de ses parties terrestres & minérales sur le sang, dans lequel elles se mêlent avec l'air qu'on respire, ferait une inconspicuité grossière. Aussi l'auteur (e) ne manque-t-il pas de faire entrer en compte, parmi les causes physiques de la mélancolie des Anglais, cette atmosphère dont il s'est plu à faire une peinture frappante; je pourrais dire une *cargature*.

Que résulte-t-il de toutes ces allégations, sinon que toute nation, quelque éclairée qu'elle soit, n'est pas à l'abri des préjugés? Il est seulement fâcheux qu'ils aient quelquefois pour panégyristes, les personnes qui en devraient être les destructeurs. Je ne crois pas au surplus, qu'elles méritent attention, si on les compare à l'analyse que j'ai déjà faite de la consultation de M. Stebbler, sur la santé de feu S. E. le prince de Liege, & aux détails dans lesquels je suis entré sur toute cette matière; je regrette sur-tout que M. Grosley n'ait pas eu connaissance d'un ouvrage, fort répandu néanmoins, qui traite le même sujet que lui. *L'Observateur Français à Londres*, sans savoir que le

(a) *Transiit, ut viderem sapientiam, errorisque & stultitiam. Ecclesiast.*

(b) *Lausanne*, 1770, 3 vol. in-12.

(c) Tome I, nouveau *Londres*, p. 77.

(d) *Londres*, tome I, page 79.

(e) *Idem*, pages 77, 78, 79.

gouvernement songeait à favoriser l'établissement adopté aujourd'hui, a discuté sommairement & judicieusement cette opinion française. M. Grosley eût aperçu dans la lettre LXXV que j'ai citée, un antagonisme qui n'eût pas indifférent. Le lecteur trouvera bon que je l'invite à comparer ces deux pièces, dans lesquelles il trouvera le pour & le contre; & c'est le moyen de juger avec connaissance de cause. Je crois devoir faire observer que, si la salubrité de l'air de Londres avait besoin d'autres garans que les personnages célèbres, composant la société de médecine de cette ville, qui ont répondu, par leur secrétaire, à mes questions sur ce sujet, comme on le peut voir par la pièce FF, il ne serait pas déraisonnable d'en tirer une conséquence avantageuse à cet air. Ce que prouve de plus le caractère du peuple d'Albion, personne ne l'ignore, il ne s'est démenti dans aucun tems, dans aucune révolution : parmi des hommes qui passeraient leur vie dans un air grossier & mal-sain, ou qui seraient partagés d'un tempérament cacochyme & valétudinaire, trouverait-on cette hardiesse à entreprendre, ce courage à exécuter, *cette aptitude pour les sciences* (a), que tant de fois on admire dans les Anglais ? Les phyticiens, à qui il appartient de raisonner sur les effets de la santé & de la maladie, ne peuvent passer à M. Grosley ses inductions, ses opinions sur la mélancolie, à laquelle il attribue, on ne voit pas sur quel fondement, toutes les modifications de cette force extraordinaire de l'ame. Un état de maladie, telle que la mélancolie, le mal-aïse, la lenteur, l'affaïssement qu'elle répand dans l'habitude de l'ame & dans celle des corps, ne comporta jamais *cette obstination prétendue, que l'on sait être ordinaire aux Anglais, pour des objets difficiles*, ni aucune espèce de bravoure, ni *cette chaleur qui échauffa Rome & la Grece, & qui produira les mêmes fruits en Angleterre*. M. Grosley est le premier à qui l'idée soit venue de donner à *une fièvre quarte de sept ans de durée, la plus légère influence sur la réputation du chevalier Bayard* (b); d'attribuer en partie la victoire de Fontenoy au *délabrement de la santé du maréchal de Saxe* (c); d'expliquer enfin par l'affection hypocondriaque & mélancolique, le caractère d'une nation. Qui connaît l'auteur, ses talens & sa gaieté, fait que penser de l'influence de la mélancolie.

Les travaux des Bacon, des Boyle, des Newton, toutes leurs découvertes dues aux plus vigoureuses opérations de l'esprit humain, ne pourront jamais supposer dans leurs auteurs, qu'un état bien décidé de santé. Faire dépendre d'un excès de mélancolie ou de fièvre, les grandes actions des hommes, serait rabaisser d'une façon singulière le grand Condé, nos Montmorency, Chatillon, Luxembourg, les Bouillon, Bertrand du Guesclin, les

(a) Londres, tome I, page 373.

(b) Bravoure, page 494.

(c) *Idem*, pages 79, 395.

Richelieu, Colbert, Louvois, Jérôme Bignon, Isaac le Maître, les Lamignon, qui dans la France, où l'on n'est pas mélancolique, ont donné des exemples de cette supériorité qui, si l'on veut, ont montré ce noble orgueil qui fut toujours le mobile des grandes actions. Pour ce que M. Grosley avance de l'action rongeante des fumées de charbon de terre sur les pierres & sur les édifices, l'Anglais, à moins qu'il ne regarde l'allégation de l'auteur Français comme une caricature, saura défendre ses pierres.

On reconnaitra aisément qu'aux risques d'abuser de la patience du lecteur, j'ai fait une exacte perquisition de tout ce qui peut être dit, ou qui peut avoir été écrit, contre l'usage du charbon de terre employé au feu. Si néanmoins je ne renfermais pas scrupuleusement dans cette récapitulation tous les écrits qui peuvent être venus à ma connaissance, on ne manquerait pas de regarder cette omission comme volontaire. Afin de lever ce soupçon, je finirai par l'examen d'un ouvrage d'une autre espèce que ceux que j'ai discutés jusqu'ici, mais non moins important par le suffrage que le public lui a accordé dans son tems (a). L'auteur, en parlant de la ville de Liege, dont on ne le taxera pas d'avoir flatté le tableau, ajoute, au sujet de la houille (b): *le chauffage en est très-désagréable par la mauvaise odeur, qui surpasse infiniment celle du charbon d'Angleterre, & qui rend Liege en hiver aussi noir & aussi sombre que Londres.* On ne peut s'exprimer d'une manière plus précise & plus positive. Tout ce qui vient d'un auteur, homme de condition, qui a voyagé avec les avantages de ce qu'on nomme une belle éducation, devient pour quelques personnes une décision dont elles imaginent ne pouvoir pas rappeler. Il n'est point de Parisien qui, d'après le baron de Pollnitz, ne se regarde comme très-disculpé de sa prévention contre l'usage du charbon de terre. On me permettra d'apprécier ici ce passage: je crois seulement devoir prévenir que la chose donne matière à un commentaire raisonné.

La réputation la plus méritée d'un ouvrage ne dispense jamais un lecteur d'avoir présent à l'esprit, sur quel point porte le mérite du livre dont il veut faire son profit, ni de chercher à connaître le caractère de son auteur. On sait, quant au premier, que ces lettres & mémoires du baron de Pollnitz, dont il n'est pas difficile de prendre une juste idée par sa préface, sont essentiellement l'histoire particulière & secrète des cours dans lesquelles ce seigneur Allemand avait eu accès par sa naissance; qu'à cet égard, la liberté avec laquelle l'auteur rend compte de la conduite des princes dans leur domestique, de celle de leurs courtisans, a rendu cet ouvrage intéressant, en a peut-être seul fait la réputation; que d'ailleurs, le reste qui forme véritablement

(a) Lettres du baron de Pollnitz, contenant les observations qu'il a faites dans ses voyages, & le caractère des personnes

qui composent les principales cours de l'Europe. Edit. cinquième. Londres, 1747.

(b) Troisième vol. des Mémoires, p. 168.

la partie des voyages , y est écrit aussi agréablement que légèrement , nous ne craindrons pas de le dire , superficiellement.

Pour démontrer que l'avis de notre auteur , au sujet de ce chauffage , n'est point un oracle , nous n'avons ici qu'à ajouter à notre discussion quelques observations générales. Il est malheureusement trop ordinaire aux voyageurs (& les plus raisonnables ont assez de peine à s'en défendre) de ne se former une opinion des villes où ils ont passé , de leurs habitans , &c. que sur quantité de petites circonstances fortuites qui ne font rien moins que décisives.

Un seigneur d'une des maisons les plus illustres de France par son ancienneté & par l'éclat dans lequel elle se soutient encore de nos jours depuis son origine , présente très-bien cette remarque (*a*) , que l'on voit à chaque instant se vérifier dans les cercles & dans les conversations.

Un voyageur qui , en séjournant dans une ville , y aura rencontré une compagnie aimable qui lui aura procuré des amusemens , des connaissances , un accueil favorable , se fait de l'endroit , même de toutes les autres sociétés qu'il n'a point fréquentées , une idée avantageuse qu'il porte par-tout. Il y aurait de l'incivilité à ne pas ajouter foi à l'histoire. Un autre étranger qui se trouverait dans le même endroit , précisément dans le même tems , mais que le hasard n'aura pas favorisé comme le premier , qui y aura éprouvé quelque aventure fâcheuse ou malheureuse , peut-être même quelque déplaisir cuisant , fera à son retour chez lui un portrait tout opposé ; il sera cru de même.

Si l'inattention , la prévention , ou même la partialité n'influent en rien sur les sentimens d'un voyageur à l'égard de la nation au milieu de laquelle il s'est trouvé transporté ; l'idée qu'il s'en formera pourra quelquefois prendre son principe , sans qu'il s'en doute lui-même , de la compagnie qu'il aura vue. L'auteur que je prétends trouver ici en défaut , rend très-bien raison lui-même de la différence qui se remarque toujours dans les portraits des nations. Il dit , page 7 de la préface , *qu'un étranger ne peut juger sainement d'un endroit , que par ceux qu'il fréquente*. A prendre le baron de Pollnitz par ses propres paroles , il est fâcheux (cette réflexion me sera permise) qu'au portrait qu'il fait , page 166 , lettre xxiv , tome III , *des habitans de Liege , des plaisirs qui sont de leur goût , de la société , du passé - tems des hommes , &c.* on puisse avoir quelque sujet d'imaginer qu'il a dépeint le peuple , & non la bonne compagnie de cette capitale.

(*a*) Si l'affection qu'on porte naturellement à un pays , jointe avec les obligations qu'on en reçoit , non d'un particulier , mais de tout le général , doit induire ma plume à en écrire du bien , l'Ecoffe surpasse non-

seulement tous les autres pays que j'ai vus , mais même me convie de l'égaliser en cet endroit à ma nation. Voyage du duc de Rohan , fait en l'an 1600 , en Italie , en Allemagne.

Tome XVII.

P p p p

Si l'auteur eût voulu prendre la peine de dissimuler de l'humeur, il aurait mis quelques lecteurs inattentifs dans le cas de prendre le change en tout sur la nation Liégeoise, qui, dit-il, *sera toujours celle avec laquelle il liera le moins de société*. Cette déclaration énergique n'est pas inintelligible dans ce pays, où le baron, après avoir été pendant quelque tems reçu dans les meilleures maisons de Liège, détruisit en un instant, au *flaminai*, la bonne opinion qu'on avait de sa personne. (a) L'anecdote serait ici hors de place; mais ayant à prouver que l'auteur, tant sur le portrait de la nation, que sur tout ce qu'il a cru voir à Liège, est suspect d'aigreur & de partialité, on se contentera d'affirmer que la manière dont il a été regardé dans cette capitale, a été de nature à lui faire voir en noir cette ville, & à ne pas lui en rendre le souvenir agréable. S'il était besoin de donner la preuve que cet étranger n'a voulu, par un mépris simulé, que se venger de celui qu'il s'est acquis, un ouvrage connu dans toutes les bibliothèques (b), dont la publication a précédé les lettres & mémoires du baron de Pollnitz, la donne complètement. Quoique cet ouvrage soit plus enjoué que sérieux, & ne paraisse pas ici devoir faire une autorité, il est cependant permis d'y renvoyer en particulier, pour l'histoire du baron de Pollnitz. L'auteur, homme grave, & connu pour exact dans les anecdotes dont il a égayé son sujet, garantit l'histoire de ce seigneur, qu'il donne en grand détail, comme ayant été publiée à Spa, où on s'en souviendra long-tems. (c)

Une remarque à faire néanmoins en faveur du baron de Pollnitz, c'est qu'il a l'honnêteté, page 167, de laisser aux autres la liberté de ne pas y trouver les mêmes choses qui lui ont paru, & d'en concevoir une idée différente; ce qui ne sera pas difficile pour ceux qui, instruits de l'histoire particulière de ce pays, ou de celle des sciences & des arts, n'ignorent point le nombre de grands hommes qu'a produits la nation Liégeoise, ou de ceux encore existans, qui font honneur à leur patrie.

Je crois en avoir assez dit pour que tout lecteur judicieux reconnaisse que, dans les faits particuliers, il n'est pas obligé d'adopter servilement l'opinion de son auteur, sur-tout lorsqu'elle est dénuée de vérité & de preuve; que l'on doit toujours être convaincu d'avance, que le voyageur raisonnable ne prétend pas dépeindre les choses comme elles sont, mais seulement telles qu'elles lui ont paru. L'auteur de l'ouvrage sur lequel on s'est étendu ici, fait lui-même dans sa préface, page viij, cette sage observation; j'ai cru devoir l'employer contre lui-même: la confiance dont le public honore son ouvrage, a rendu ce détail nécessaire & indispensable. Si à quelques égards

(a) Chez Clonckart, rue du Dragon, à Liège, vers l'année 1730. (c) Voyez l'avertissement de l'éditeur, tout à la fin.

(b) Amusemens des eaux de Spa, tome I.

Histoire du baron de P. . . .

ou pour quelques personnes, il a eu l'air d'une digression, on voudra bien me le passer, en faveur du souvenir que je suis particulièrement obligé de conserver des honnêtetés & des accueils que j'ai reçus dans une ville à laquelle je ne suis pas tout-à-fait étranger, ayant eu le double honneur d'y être agrégé à un corps de médecine recommandable à plusieurs titres, & d'être conservé dans ses salles d'une manière distinguée, & digne d'y faire époque.

PIECES JUSTIFICATIVES.

A. *Lettre de M. DELWAIDE, licencié en médecine, de la faculté de Louvain, ancien préfet du college des médecins de Liege, sur l'effet attribué à la houille, de nuire à la poitrine.*

Je me rappelle très-bien, monsieur & cher confrere, que dans votre séjour ici, nous nous sommes entretenus plus d'une fois, & d'une manière assez suivie, sur ce que les étrangers imaginent des mauvais effets de notre chauffage avec la houille : vous n'y croyez pas plus que moi ; tout ce que je vous ai observé sur cela vous a plu, & vous desirez avoir par écrit un résumé rédigé de mes idées & de nos conversations : j'y satisfais avec plaisir. Vous me demandez en particulier *s'il est vrai ou faux que la péripneumonie, l'asthme sec, la phthisie, soient à Liege plus ordinaires que dans toutes les villes où il y a plus d'habitans, & y soient presque endémiques.* Je n'ignore pas que c'est une idée presque générale ; & au moyen que cette allégation est toujours liée avec la raison qu'on en donne d'abord, des vapeurs de la houille brûlée, elle acquiert par une cause plausible un degré de vraisemblance qui constitue pour bien du monde un fait sans réplique : ce n'est pas autrement que l'opinion a de tout tems prévalu sur la vérité.

Les maladies dont il s'agit, monsieur, s'observent ici comme ailleurs : si elles y sont plus communes en apparence, ce n'est que dans une classe d'hommes parmi lesquels on les rencontre en général plus fréquemment, parce que leur état les expose particulièrement à contracter ces maladies. Il est clair que c'est en proportion d'un grand nombre d'artisans, occupés ici à certaines professions, & point du tout à raison de la grande quantité de houille qui s'y consume, que l'on voit dans quelques saisons ces maladies plus ou moins nombreuses ; c'est uniquement à raison du plus ou moins d'ouvrage qu'ils ont à faire, ou de différentes imprudences auxquelles toute espece d'ouvrier est plus sujette. Ces maladies, par exemple, ne sont point rares parmi ceux qui creusent & qui nettoient les puits, parmi les tonneliers, qui sûrement ne les

P p p ij

gagnent pas en se chauffant au feu de houille, mais dans des caves & des celliers, dont la fraîcheur ne le cède point à celle des glaciers. Elles sont de même communes parmi les chaufourniers, les bateliers qui transportent la chaux sur la Meuse, les maçons qui la collent & la mettent en œuvre, parmi ceux qui habitent trop tôt des maisons construites à la chaux, ou qui couchent dans des chambres qui en sont fraîchement enduites. Les boulangers, qui ne se servent que de bois pour échauffer leurs fours, sont encore du nombre des gens de métiers que ces maladies attaquent fréquemment, ainsi que les alchymistes, les chymistes, les distillateurs d'esprits minéraux, les buveurs de liqueurs fortes, les doreurs en pâte, les plombiers, les potiers d'étain, les fondeurs en cuivre, les étameurs, dont la plupart, au lieu de travailler sous leurs cheminées, sont leurs fontes au grand air. On ne pourra dire assurément que le feu de charbon de terre entre pour rien dans ce qui occasionne à ces ouvriers les maladies sur lesquelles vous me demandez mes observations.

Si de ces professions on passe aux autres états & conditions, loin que ces maladies puissent être regardées comme endémiques, ou presqu'endémiques, dans notre ville de Liege, parmi les gens de ces métiers, on peut avancer hardiment, qu'à prendre la ville & la banlieue, il n'y a pas de proportion du nombre de ceux qui en sont atteints, au nombre de leurs habitants.

A considérer même ceux de ces métiers qui s'exposent le plus aux impressions des vapeurs & de la fumée de la houille; comme ceux du maréchal, du ferrurier, du cloutier: quoique ces artisans, ainsi que les braisseurs, les cuisiniers, allument de grands feux, quoiqu'ils travaillent la plupart dans des salles basses, dans des réduits par conséquent sujets à fumer, quoiqu'ils aient du matin au soir, en hiver comme en été, le nez & la bouche sur un tourbillon de feu & de fumée, ce qui n'arrive qu'à eux seuls; en un mot, quoiqu'en comparaison des autres hommes qui emploient le feu de houille, ils respirent une bien plus grande dose de fumée, quoiqu'ils aient l'action d'une bien plus grande quantité de vapeurs, quoique les exhalaisons soient appliquées sur leurs organes immédiatement, les maladies que l'on prétend être endémiques à Liege, ne se font voir que très-rarement parmi ces ouvriers; & ce n'est jamais autrement qu'accidentellement.

L'opinion qui décide de tout, monsieur & cher confrère, attache à la nation Anglaise une disposition particulière à la consommation, & l'attribue au grand usage qu'elle fait du charbon de terre pour les besoins qui exigent du feu: on entend spécialement par ce mot une maladie poitrinaire. Voici ce que je puis assurer quant à cela. Nous avons à Liege une communauté de Sépulchrines, composée aujourd'hui de vingt-sept professes, sans compter les leurs converfés & les pensionnaires, toutes Anglaises, ou Anglaises-Améri-

caines : elles ne se chauffent qu'avec de la houille. Je suis depuis dix à douze ans le médecin de cette maison, & je n'y ai pas encore vu une seule phthisie, ou observé aucune espèce de maladie de poulmons.

On n'a jamais accusé de cet effet que la fumée & les vapeurs qui se développent de la houille lorsqu'elle brûle. Peut-être quelqu'un pourrait l'imputer aux exhalaisons spontanées que ce fossile répand dans l'atmosphère ; il ne sera donc pas hors de place d'examiner ici leur effet : si ces exhalaisons abondent quelque part, c'est sans doute au fond des galeries souterraines de la mine ; l'air qu'on y respire doit en être chargé : nous voyons néanmoins nos houilleurs vivre dans cet air, sans éprouver des maux de poitrine. Sortent-ils de ces fosses pour être employés à ouvrir de nouveaux bures à la surface de la terre, au travers de lits de terre, d'argille, de craie, de marne, de sable, de banes de rochers, ils éprouvent, dans le cours de leurs opérations, que leur poitrine s'affecte de plus en plus d'un jour à l'autre ; & avant d'avoir atteint la veine de houille, qui est l'objet de la fouille, ils contractent des asthmes.

On compte cinq siècles & demi depuis la découverte de la houille dans le pays de Liege, ou, si l'on veut, depuis qu'on y a commencé à se servir de ce fossile pour le chauffage. Malgré le penchant qui porte les riches à se distinguer en tout des gens du commun, ils ont adopté le feu de houille, dans un tems où l'on était pourvu abondamment de bois, & ils ont retenu cet usage jusqu'à aujourd'hui. Les étrangers qui se fixent ici (il y en beaucoup d'opulens) y sentent leur respiration aussi libre que dans le pays d'où ils venaient ; ceux qui avaient quelques inquiétudes sur l'inconvénient du mélange de ces exhalaisons avec l'air, renoncent à leur préjugé, & nous imitent.

Au centre du pays, dans cette capitale, où se brasse la plus saine de toutes les bières, on traduit tous les jours l'usage qu'on y fait de la houille, comme préjudiciable à la santé. Cette prétention ne se trouve que dans des nouveaux-venus, qui ne s'appuient que sur des raisonnemens. Qu'allèguent-ils en effet ? L'odeur, la fumée, la vapeur de la houille annoncent, selon eux, une qualité subtile qui se communique infailliblement à l'air : Liege est couverte de brouillards qui empêchent qu'on ne puisse l'appercevoir de dessus les hauteurs qui la dominent, tandis que celles-ci sont pleinement éclairées du soleil : c'est, disent-ils, une marque certaine du mélange impur de ces vapeurs & de ces fumées avec l'air : ce sont ces exhalaisons qui l'épaississent ; il ne peut en résulter qu'une atmosphère propre à causer toutes sortes de maladies, & notamment des affections de poitrine.

Toutes ces conséquences sont détruites par le fait, & par ce qui a précédé : la réponse à ce dont on se sert pour les établir est fort simple. La

fumée que donnent nos feux offense l'odorat d'un étranger qui arrive : il s'en prend à la houille seule ; mais la substance qu'on mêle à ce fossile, pour ralentir l'ardeur du feu qu'il donne, contribue, autant que la houille même, à cette fumée qui n'est que passagère. Pourquoi ne se plaint-on pas aussi hautement d'autres chauffages plus désagréables dans quelques-uns des phénomènes qui leur sont particuliers ? On ne s'avise pas de décrier l'usage de la tourbe, dont la senteur est plus forte & plus incammode, des charbons même du bois dont les vapeurs & la fumée révoltent l'odorat & blessent les yeux, pour le moins autant que celles de la houille.

Quant à cet air nébuleux qui se découvre au-dessus de Liege, les personnes qui ne se dispensent pas de réfléchir, conviendront que la Meuse qui parcourt notre ville, l'immense quantité de denrées qui y entrent & qui s'y consomment, la multitude d'habitans & d'animaux, & tout ce qui s'enfuit, ont plus de part à la formation de nos brouillards que toute la houille qui s'y brûle.

Si l'on se place sur les montagnes, il n'y a qu'à se retourner & porter ses regards au loin, on verra leur sommet aussi embrumé que le bassin où notre ville est assise.

Il est sur-tout à remarquer, monsieur, que nos voisins sont dévolés de plusieurs maladies, telles que le scorbut, les fièvres pourprées & intermittentes (maux endémiques chez eux), que nous verrions bientôt disparaître d'ici, si nous n'avions plus de commerce avec eux.

L'histoire des maladies qui s'observent ailleurs, m'est assez connue pour assurer que les fluxions & les autres maux de poitrine y sont bien plus fréquens que dans notre ville de Liege ; d'où l'on doit conclure que cette assertion de M. Hoffman est fautive & contredite par l'observation : elle sera jugée de même par quiconque aura séjourné quelque tems ici. On ne peut justifier l'illustre professeur de Halle, qu'en présumant qu'il l'a avancée sur le témoignage de quelques-uns de ces voyageurs qui aiment mieux prononcer au hasard sur le pays où ils ont été, que de paroître n'être pas assez informés pour porter un jugement. D'ailleurs il s'en exprime autrement dans un autre endroit.

B. *Extrait des registres de l'académie royale des sciences.*

M. Morand, fils, nous a aussi donné communication d'un article important qui, dans son ouvrage, vient à la suite de tous les détails relatifs à la préparation des charbons de terre, à l'arrangement des feux, la construction des cheminées dans lesquelles on veut se chauffer & faire la cuisine. Il examine dans cet article les idées où l'on est communément en France sur

les inconvénients des charbons de terre : le point essentiel est celui qui tient à la santé.

Nous sommes d'accord avec M. Morand, que les inconvénients ne sont pas réels. L'usage de ce fossile employé au chauffage, ne nous paraît pas préjudiciable à la santé, la vapeur ayant une issue libre au-dehors, comme il en est de tous les autres chauffages : les autorités qu'il cite sont exactes & positives ; de manière qu'il paraît que nos dictionnaires n'ont point approfondi les sources dans lesquelles ils ont puisé ce qu'ils avancent de défavorable à ce sujet.

Il résulte de tout cela, que l'odeur étrangère de ce fossile, tel qu'il doit être choisi pour être employé, est bitumineuse, & non pas sulfureuse, comme plusieurs auteurs l'ont prétendu ; que la fumée, ainsi que l'odeur, sont, par la préparation dont on se sert dans le pays de Liege & le Hainaut Français, corrigées autant qu'on peut le désirer, pour que le chauffage de cette matière ne produise aucun effet incommode ; que l'usage constant que l'on en fait à Liege depuis le treizième siècle, sans y avoir observé aucun inconvénient, & l'autorité de plusieurs célèbres médecins, paraissent prouver qu'on n'en a rien à craindre ni à redouter.

D'où nous concluons que nous ne voyons aucun inconvénient à introduire dans ce pays - ci l'usage du charbon de terre, de la nature de celui qu'on emploie à Liege & selon la manière que nous venons d'exposer ; que nous y voyons même plusieurs avantages, ne doutant pas que l'expérience, aidée de notre industrie, ne fournisse plusieurs moyens d'en perfectionner l'usage, soit en variant les proportions du mélange qui en fait la base, soit en trouvant des manières plus commodes & plus avantageuses de s'en servir.

A l'académie, le 25 novembre 1769. Vaucanson, Laffone, Leroi.

Je certifie l'extrait ci-dessus, conforme à l'original, & au jugement de l'académie, à Paris, le 26 novembre 1769. Grandjean de Fouchy, secretaire perpétuel de l'académie royale des sciences.

C. *Decretum saluberrimæ facultatis Parisiensis.*

“ *Die veneris prima mensis decembris anni reparata salutis humanæ millesimi septingentesimi sexagesimi noni, saluberrima facultas convocata in scholis superioribus ad facultatem pertinentibus deliberatura, audita relatione clarissimorum virorum qui deputati fuerant ut carbones fossiles, vulgo houilles ou charbons de terre, ad pauperum usum & utilitatem, juxta methodum in tractu Leodienfi antiquitus observatam, indeque in Hannonia Gallicæ provincia adoptatam, preparatos & accensos examinarent, dictorum carbonum præparationem a clarissimo collega nostro M. Morand propositam & traditam, unanimi consensu*

„ comprobavit, ipsamque ab omni periculo immunem declaravit, modo liber va-
 „ poribus & sumo pateat exitus, qui in aliis quibuscumque comburendis aequaliter
 „ est servandus.

„ Itaque sic conclusit L. P. F. R. le Thieullier, decanus.

„ M. Natalis Maria de Gevigland, regionum in Germania ducum & militum
 „ Nosocomiorum nuper medicus.

„ M. Claudius Josephus Gentil, militarium nosocomiorum ad regis exercitum
 „ medicus.

„ M. Claudius Guillelmus de Preval, Christiani VII, Danica & Norvegia
 „ regis consiliarius medicus, a medicis consiliis, nec non rerum medicorum a re-
 „ latione.

„ M. Petrus Abrahamus Pajon de Moncets, eques, societatis litterariae Catalau-
 „ nensis socius.

„ De mandato D. D. decani & doctorum regentium saluberrimae facultatis
 „ Parisiensis, praefens decretum subsignavi & parvo facultatis sigillo munivi,

„ Th. P. Cruchot, major facultatis apparitor & scriba. „

D. Declaratio collegii medicorum Leodienfium.

„ Nos praefectus & assessores collegii medicorum Leodienfium, omnesque & sin-
 „ guli in collegium nostrum cooptati medici, jussu perillustri viri D. D. praesidis
 „ nostri specialiter convocati & congregati, ad audiendas litteras nobis scriptas per
 „ peritissimum dominum J. F. C. Morand, collegam nostrum, saluberrimae fa-
 „ cultatis in universitate Parisiensi doctorem regentem, regiae scientiarum academiae
 „ socium ordinarium, & a bibliotheca, &c. &c. quibus litteris opinionem nostram
 „ pronunciari requirit de quaestione, utrum peripneumonia, asthma siccum &
 „ phthisis in Leodio endemici sint morbi, ex usu scilicet carbonum fossilium pro-
 „ ducti?

„ Quaestione igitur mature perpensa, dicimus & declaramus quod, examinatis &
 „ observatis per longavos annos praedictis morbis, numquam crediderimus endemicos
 „ esse, praesertim cum e contrario constanter observaverimus extraneos hisce morbis
 „ laborantes in civitate nostra Leodienfi, melius quam alibi, semper sese habuisse.

„ Non obstat igitur quod dicit D. Hoffmannus, lib. 2, cap. 6, tit. de aeris ad
 „ sanitatem usu, in verbis: neque aliud quidquam nisi carbonum usus in causa
 „ est quare peripneumonia, asthma siccum & phthisis, morbi, & Leodii, &
 „ Londini, sunt endemici: nam praeterquam quod sibi metipsum contradicere vide-
 „ tur, tum in sua oryctographia Hallensi, tum in scholio, sect. 24, cap. 4, ubi
 „ legitur: plures morbos, ex quo carbonum fossilium usus in casis salinaris in-
 „ crebuit, ex finibus Hallae excessisse, ulteriusque in observationibus suis physico-
 „ chymicis, obs. 24, tit. de carbonibus fossilibus & eorum vapore non adeo

„ noxio,

- „ noxio , ubi concludit idem clarissimus Hoffmannus , nullum mixturæ sanguinis vel partibus tenuissimis corporis nostri infestum , nihilque arsenicii vel aliquid minerale hic esse reconditum : ignem etiam e carbonibus petris accensis innoxium plane , ut supra diximus , experientia docet , & huc usque per nos observatum fuit.
- „ Quapropter præsentem hanc , sigillo nostro munitam , dedimus.
- „ Leodii , hac nona decembris anni millesimi septingentesimi sexagesimi - noni.
- „ H. BARO DE BIERSET , præses. A. DE MOREAL , præfectus & celsissimi principis archiater.
- „ Ex mandato P. C. BACQUET , secretarius collegii medicorum Leodienfium.

E. Sententia medicorum Valencenensium.

- „ Nos , doctores medici , & in hac urbe Valentiniana prædicanum seniores , a spectabili D. D. decano nostro specialiter in consilium vocati , audituri epistolam quam nobis honorificenter rescribit sapientissimus magister Morand , saluberrima facultatis Parisiensis doctor-regens & professor emeritus , &c. à nobis postulans an peripneumonia , althma siccum & phthisis , aliæ affectus morbifici , endemici sint in agro Valentiano morbi , ex usu scilicet carbonum fossilium producti.
- „ Consultæ igitur ponderata & pensitata questione , pronunciamus , affirmamus , que hos morbos non adeo esse endemicos ab anno millesimo septingentesimo quadragesimo , ex quo lythantracum usus in focis fieri cæptus est , ut contra ab eo tempore infrequentiores sint : quam salubritatem tum in carbonis tum in aquæ usu (haud spontanea incolarum sobrietate , sed eorum paupertate ex vini adusti (a) cerevisiæque nimio prætio orta) reponendam censuimus.
- „ Quod autem a nobis observatum est , de usu carbonis fossilis , nihil , ut prius , morborum epidemicorum vidimus ; id iudicio nostro debemus , partibus carbonis bituminosis raptis fumo contagiosam castigante atmosphæram cæli , quod crebris ab oriente & septentrione hujusce urbis paludibus vitiatum.
- „ Quocirca subsignatam hanc sententiam appposito sigillo nostro certiorum concessimus.
- „ Valentiarum , die lunæ , decima quinta mensis januarii anni 1770.
- „ P. J. Lagon , decanus , nosocomii generalis medicus.
- „ F. H. Simon.
- „ J. Macartein.
- „ Andreas Dufresnoy , universitatis medicinæ Morspéliensis , castrorum &

(a) Eau-de-vie , en flamand brandewin , qui signifie vin brûlé , vinum igne evaporatum.

Tome XVII.

Q q q q

„ exercituum regis in Germania pronuper medicus , regiique nosocomii militaris „ Valencenensis. „

Prévôts, jurés & échevins de la ville de Valenciennes, certifions à ceux qu'il appartiendra, que les sieurs Lagon, Simon Macartain & Dufresnoy, qui ont signé ci-dessus, sont réellement médecins pratiquans en cette ville. En foi de quoi nous avons aux présentes signées de notre greffier civil, héréditaire, fait apposer le scel ordinaire de ladite ville, où le papier timbré n'est pas en usage, & où le contrôle & le petit scel sont supprimés par abonnement.

Donné à Valenciennes le 15 janvier 1770. J. B. Boufez.

F. *Avis communiqué au bureau d'administration de l'hôpital général de la charité & aumône générale de Lyon, par le médecin de cette maison.*

Nous soussigné docteur en médecine, professeur agrégé au college des médecins de Lyon, médecin de l'hôpital général de la charité, de l'académie des sciences, belles-lettres & arts de la même ville, ayant été consulté par MM. les recteurs & administrateurs dudit hôpital, sur l'effet du charbon de terre, relativement à la santé des pauvres, nous certifions que nous n'avons jamais apperçu ni ouï dire dans cet hôpital ou dans le reste de la ville, que la vapeur & l'usage de ce charbon de terre aient nui à la santé de qui que ce soit, & que loin de donner lieu à la phthisie pulmonaire, nous observons depuis onze ans que le nombre des phthisiques est successivement diminué dans cet hôpital; ce que nous attribuons tant à la plus grande consommation qu'on y fait du charbon de terre dans des grilles & dans des poeles, qu'à la sage administration qui, en plaçant, autant qu'il est possible, les enfans à la campagne, travaille de la manière la plus efficace à leur santé. Nous croyons devoir ajouter à ce témoignage des faits passés journellement sous nos yeux, que les villes de S. Chaumont & Rivedegier, dans cette province, ne consomment presque pour le chauffage & les usages domestiques que du charbon de terre, & que cependant nous n'avons aucune sorte de connaissance qu'il en résulte aucun inconvénient pour la santé des habitans de ces villes, quoiqu'il s'y fasse un grand emploi du charbon de terre par nombre d'ouvriers en fer, qui travaillent dans des rez-de-chaussées dont les planchers sont très-bas. A Lyon, le 23 mars 1770. Ralt, fils.

f. *Certificat de MM. les recteurs & administrateurs de l'hôpital général de la charité & aumône générale de Lyon, en conséquence de l'avis précédent.*

Nous recteurs & administrateurs de l'hôpital général de la charité & aumône générale de Lyon, certifions à tous qu'il appartiendra que la consom-

mation journaliere du charbon de pierre, extrait des mines du Forez, qui se fait dans cet hôpital depuis longues années, n'est en aucune maniere nuisible à la santé des pauvres que ledit hôpital renferme, & que nous ne nous sommes jamais apperçus que l'usage de ce charbon ait occasionné aucun fâcheux accident. En foi de quoi nous avons donné & signé le présent, & à icelui fait apposer le cachet aux armes dudit hôpital. A Lyon, le 28 mars 1770. Montmorillon, grand custode. Joivant l'ainé. Boulard de Gatellu. Churier. Verger. Imbert cadet. Le Pêcheux. Duperel. Vernier, Giraud cadet. Raynard. Fayolle l'ainé. Parent.

G. *Consultum societatis medicæ Londinensis. D. D. D. Morand. Societas medicæ Londinensis S. P. D.*

“ *Falsa omnino videtur opinio a vestratibus aliisque exteris recepta, de morbis apud Londinenses endemicis: nullum enim morbum hic loci endemicum novimus. Pro rato habemus, tum phthisim, tum peripneumoniam, in variis hujusce insulae partibus frequentiores esse, licet ibidem parcius vel nullus sit lithanthracum usus. Carbones fossiles immixto culpato fuisse jam vides, neque usquam fortasse gentium quam in hac urbe, ubi illorum accensorum vaporibus aer continuo saturatur, magis illibata sanitas reperietur.*

“ *Tabellis publicis, mortuorum numerum & morbos desinentibus, vix ulla fides adhibenda est, quoniam sub uno eodemque nomine morbi diversissimi generis ascripti sunt.*

“ *A societatis proposito questionibus responsum dare longe alienum est; nihilominus in presentiarum vestra de re tam gravi postulationi satisfacere volumus.*

“ *Tho. Dickson, soc. a secretis.*

“ *Londini, kalendis aprilis 1770.* ”

Je ne crois pas indifférent de faire observer que les membres de cette compagnie, qui ont autorisé le secrétaire à signer cette délibération, sont : Le D. Pitcairne, médecin de l'hôpital de S. Barthelemy.

Le D. Fothergill.

Le praticien Quaker, le plus employé de Londres, & également fameux par son humanité & ses connaissances d'histoire naturelle.

Le D. Broklesby, du college royal des médecins.

Le D. Silvestre, de la société royale de Londres, & ci-devant médecin de l'hôpital de Londres.

Le D. Morris, Irlandais, excellent chymiste, médecin de l'hôpital de Westminster.

Le D. Watson, médecin de l'hôpital des enfans trouvés, naturaliste & physicien distingué.

Q q q q ij

Le D. Huch, médecin de l'hôpital de S. Thomas.

Le D. Hunter, grand anatomiste, médecin consultant de la reine.

Le D. Mathy, secrétaire de la société royale.

Le chevalier Duncan, médecin du roi.

Le D. Knigt, intendant du muséum, & connu par ses découvertes magnétiques.

Le D. Armstone, médecin très-estimé, & connu par diverses productions littéraires.

Le D. Pye, ancien médecin.

Le D. Wilbraham, médecin de Westminster, de la société royale de Londres.

II. *Certificat du bureau de l'hôtel - Dieu de la ville de Saint-Etienne en Forez.*

Nous recteurs & administrateurs de la maison de l'hôtel-Dieu de la ville de S. Etienne, certifions à tous qu'il appartiendra, que nous n'avons reconnu aucun inconvénient dans l'usage habituel que fait cet hôpital du charbon de pierre. En foi de quoi nous avons délivré le présent certificat pour valoir ce que de raison.

Fait audit hôtel-Dieu, le bureau assemblé, le 6 septembre 1770. De Liffieu. Du Lac, curé. M. Alleon. M. Grivet. Praire l'ainé. Tupier.

M. Paré, docteur en médecine exerçant depuis vingt ans à S. Etienne, ou dans cette partie du Forez, n'a reconnu aucune maladie dont la cause primitive puisse être attribuée à la vapeur qui résulte du charbon de terre brûlé; en même tems qu'il a observé que l'asthme convulsif, la phthisie, ne sont pas plus communs dans cette province qu'ailleurs. Il remarque que quand cela serait ainsi, ce serait moins l'effet de ce combustible, que de la grande chaleur imprimée à l'atmosphère par la quantité de fourneaux allumés de toute part dans cette ville, de l'intempérance & des excès du travail, auquel les ouvriers sont forcés de se donner dès leur plus tendre jeunesse.

Les maladies putrides qui devraient être fort communes à S. Etienne, si l'on considère que les ouvriers sont entassés les uns sur les autres dans des logemens fort étroits, qu'ils croupissent dans la crasse & la mal-propreté; ces maladies sont fort rares, de même que les maladies cutanées, la pierre, &c.



EXPLICATION DES FIGURES. (a)

P L A N C H E XXXI.

Géométrie souterraine.

FIG. 1. Plan vertical, ou quart de cercle muni d'un fil à plomb, & d'un autre fil sans plomb.

Fig. 2. Petit horizon artificiel, ou autre quart de cercle tracé aussi sur un plan vertical.

Fig. 3. Secteur faisant l'effet d'une petite équerre.

Fig. 4. Relative à la manière dont on trace sur un limbe de cercle ou de demi-cercle autant de circonférences concentriques qu'il en faut pour subdiviser sans confusion chaque degré en autant de parties égales qu'il est possible.

Fig. 5. Axe en gros fil de laiton, qui s'adapte différemment en-dehors d'une croisée pour servir d'aiguille au cadran.

Fig. 6. Cadran direct ou régulier de 38 degrés, tracé sur un papier qui peut être placé sur une vitre de croisée en-dehors, pour avoir un cadran transparent.

Fig. 7. Cadran déclinant de 20 degrés, tracé sur une vitre, & qui peut servir à deux fenêtres différentes.

Fig. 8. Détermination de la profondeur d'un puits de mine avec le récliné & le rapporteur.

Fig. 9. Opération à faire avec l'astrolabe, la boussole ou la méridienne & la perche, pour mesurer une ligne à laquelle on ne peut arriver que par des plans inclinés ou par des détours.

Fig. 10. Ligne qu'il s'agit de mesurer à la faveur de deux galeries fort inclinées, en employant, entr'autres instrumens, l'astrolabe, ou si l'on veut, l'échelle anglaise, &c.

Fig. 11. Opération avec le niveau de l'astrolabe & avec des piquets, pour la suite de l'opération de la figure 10.

Fig. 12. Marque la déclinaison d'un plan horizontal.

Fig. 13. Sert avec les figures 9 & 10 au calcul de la ligne de 47 pieds, de l'angle d'élévation de 17 degrés.

Fig. 14. S'applique comme la figure 10 à l'examen des hauteurs.

(a) Ces planches étant la suite de celles du tome XVI, on a cru devoir continuer l'ordre des numéros : ce qu'on pratiquera jusqu'à ce que M. Morand ait entièrement épuisé cette matière.

P L A N C H E X X X I I .

Fig. 1. Mesuration avec la corde, d'un puits dont l'enfoncement n'est pas encore achevé. Pour savoir combien il reste à creuser pour venir rencontrer le point d'une *araine* qui n'est elle-même que commencée au flanc de la montagne.

Fig. 2. Méthode particulière pour trouver la direction & le pendage des veines au moyen de trois ouvertures pratiquées en forme de triangle sur une couche de charbon.

Bas de la planche. Deux bûres d'extraction, sur lesquels on a pourvu à l'airage de la mine, à la manière des anciens.

Fig. 3. Bûre dans lequel on a ménagé à la superficie, du côté où vient le vent, un prolongement d'un panneau de tuyau d'airage qui arrête l'air atmosphérique, & lui sert de conducteur dans l'intérieur du bûre.

Fig. 4. Autre bûre, dans lequel le tuyau d'airage en planches excède hors de l'œil du bûre en forme d'entonnoir, pour que le vent s'y engage facilement.

P L A N C H E X X X I I .

Différens pendages & accidens de veines de charbon.

Fig. 1. Exploitation d'une mine de charbon, qui renferme sept veines, en multipliant les puits conformément à la méthode de M. Triewald, pour reconnaître & le pendage & la direction des veines; cette méthode peut encore servir à chercher du charbon de terre dans des endroits où l'on n'a pas encore fouillé.

Fig. 2. Deux veines roissées parallèles entr'elles dans leur pendage, sur lesquelles on a figuré à leur pied, en ligne ponctuée, une marche en arrière, je veux dire entièrement opposée à ce qui se voit par-tout, & que l'on prétend avoir été observée dans le quartier de Valenciennes.

Fig. 3. Deux autres veines roissées, représentées moins éloignées l'une de l'autre que les deux précédentes, dans le parallélisme de leur pendage, pour faire sentir par comparaison avec les roissées de la *fig. 2* le plus grand trajet en continuité, de la veine située inférieurement.

Fig. 4. Deux veines roissées séparées l'une de l'autre, non-seulement par des *flampes* pierreux, désignés en blanc, mais encore par des veinettes qui ne valent point les frais de l'exploitation, & qui d'ailleurs suivent la même direction que les deux veines principales.

Fig. 5. Coup d'une mine dans laquelle la veine presque roissée est exploitable par un puits *trainé en pissant* dans la longueur de la veine même.

Fig. 6. Coupe d'une mine dans laquelle une veine roissée, après avoir suivi

ce pendage en roiffe, se relève de même jusqu'au jour, mais sans s'être formée d'abord en platteure de roiffe, & sans avoir été détournée de sa marche par une faille, ni par un *krein*.

Fig. 7. Veine roiffée qui commençait à se relever dans le même pendage, comme celle de la *figure* précédente, mais qui, à l'occasion d'une faille, est *rihoppée* d'une manière rare.

Fig. 8. Coupe d'une mine dans laquelle on a *profondé* un bure jusqu'à la seconde veine, & où l'on voit d'abord que la profondeur du puits de mine est toujours en proportion de l'enfoncement de la veine qu'on veut atteindre.

Fig. 9. Coupe d'une mine dans laquelle la veine, après avoir marché en belle platteure, remonte subitement au jour en roiffe.

Fig. 10. *Rihoppement* qui s'observe quelquefois dans une veine, ainsi que dans les couches qui l'accompagnent, à la rencontre d'une faille.

Fig. 11. *Pente* ou *chûte* tout-à-fait d'à-plomb, qui ne se voit que dans les mines métalliques, où un filon entièrement debout est nommé *filon précipité*.

P L A N C H E XXXIV.

Différentes méthodes d'airage pour les mines de charbon de terre.

Fig. 1. Coupe d'une galerie de mine, répondante à un bure sur lequel on a établi un fourneau à feu; il y en a un semblable construit sur la mine de Littry en Normandie.

Fig. 2. Lampe à feu. Fourneau d'airage représenté en perspective sur l'ouverture d'un puits de mine. Ce fourneau d'airage, de l'invention de M. Sutton, diffère, comme on le voit, du précédent par le tuyau de prolongement, dont l'effet est d'autant plus considérable que le tuyau est plus élevé.

Fig. 3. Coupe du même fourneau, & de la galerie qui répond au bure sur lequel est établi le fourneau.

Fig. 4. Hutte ou baraque d'airage, suivant la méthode de M. Triewald, pour l'exploitation des platteures.

Bas de la planche. Fig. 1. Coupe d'une mine pour laquelle on a établi près du bure d'extraction un fourneau ventilateur, selon la méthode de M. Sutton.

Fig. 2. Machine à chevaux, avantageuse dans certains cas par la simplicité de sa construction, & servant à faire agir un corps de pompe dans un bure, en même tems qu'elle sert à élever le charbon.

P L A N C H E XXXV.

Pharmacie portative pour secourir les ouvriers noyés ou suffoqués dans les mines.

Haut de la planche. Boîte représentée ouverte en - dessus & en - devant, pour donner la facilité d'apercevoir les objets qu'elle renferme.

1. *Machine fumigatoire*, appareillée avec le *soufflet* qui en dépend, & le tuyau de soufflet & la *cannule* fumigatoire. Cette machine est marquée dans la boîte en P, & le soufflet en O.
 2. *Machine fumigatoire*, dont le chapiteau qui s'ouvre à charnière est levé.
 3. *Couverture de laine*, taillée en chemise, dans laquelle on enveloppe l'*asphyxique*.
 4. *Flacon* d'esprit volatil de sel ammoniac vu dans la boîte en D, ainsi qu'une bouteille d'eau-de-vie camphrée en C.
 5. *Cuiller* de fer étamé, pouvant, par son manche, servir de levier pour écarter les dents de l'*asphyxique*; elle est placée dans la boîte en F.
 6. Même *cuiller*, vue de manière à appercevoir sa forme, & sur-tout sa terminaison en aiguë pour être une espèce de biberon.
 7. *Cannule à bouche* en peau, vue dans la boîte en K.
 8. Seconde tige de la *cannule* fumigatoire, marquée 11 dans la boîte.
 9. *Tuyau fumigatoire* dans sa longueur, avec ses divisions, vu dans la boîte en E.
- Ce qui se présente à l'ouverture de la boîte en A, est du tabac à fumer en rouleaux; plusieurs paquets d'émétique dans une petite boîte en B; un nouet de soufre & de camphre en N, & une bouteille d'eau-de-vie camphrée animée d'esprit de sel ammoniac en C.

P L A N C H E XXXVI.

FIG. 1. Machine à chevaux servant en même tems à élever le charbon d'une mine par la fosse d'extraction, & à l'épuisement des eaux par un autre bure, au moyen de plusieurs pompes qui élèvent l'eau sans interruption, en aspirant une fois à chaque tour de manivelle.

Fig. 2. Machine hydraulique à roue, engin à barres, connue en Allemagne sous les noms de *feld gestangen*, *stangen kunst*, dont on se sert pour l'épuisement des eaux d'une mine à portée d'un courant d'eau.

Fig. 3. Machine à pompe, mise en action par des tirans horizontaux, empruntée de l'ouvrage de l'académie de Freyberg.

Fig. 4. Machine hydraulique à roue & à tirans horizontaux, comme les deux précédentes.

P L A N C H E XXXVII.

FIG. 1. Au près du poêle économique marqué 1, est la coupe intérieure d'une autre poêle à trois pieds, *fig. 5*, de fer, posée sur un plateau pour recevoir les cendres; c'est le fourneau de M. Lewis, dans lequel la consommation des pelotes peut être ralentie à volonté.

Au-dessous

Au-dessous est un autre fourneau très-économique, *fig. 6*, & qui ne donne point de fumée.

Les trois figures restantes appartiennent à la distillation du bitume de houille, *per descensum*, à l'évaporation de son acide qu'on y appelle *soufre*; ces figures ne représentent que les principales parties du fourneau dont on se servait pour cette opération aux forges de Sultzbach, où les braises de charbon ainsi dépouillé de ces deux parties constituantes ont été long-tems employées à la fonte de la mine de fer. La *fig. 3* est la coupe du fourneau, & la *fig. 4* est la coupe transverse de ce four.

P L A N C H E XXXVIII.

Poêle ingénieux du docteur Franklin, dont il n'est point fait mention dans l'ouvrage.

CETTE invention intéressante n'est pas encore publiée, quoique la *planche* en soit gravée; mais le célèbre auteur qui me l'a fait voir, a bien voulu me permettre de la copier, & de lui donner place dans un ouvrage auquel il a contribué par l'envoi qu'il m'a fait des dessins dont j'ai formé les trois *planches* qui regardent les mines de charbon de Newcastle.

Haut de la planche. Vase de fonte qui forme le poêle composé d'une plaque de fond, de deux plaques verticales, d'une plaque supérieure où sont les tuyaux pour la fumée, & d'une pièce servant de couvercle. Ce poêle s'est placé dans une niche *1 1 1*, derrière laquelle est le tuyau de la cheminée.

M M, hauteur à laquelle est placé dans le ventre du vase le grillage vu en *H*, muni de prolongemens *h h* qui s'encastrant dans une petite entaille.

O, partie de l'ouverture du vase, dont la portion supérieure se renverse en-arrière au moyen d'une charnière lorsqu'on veut y mettre du charbon de terre: cette espèce de couvercle est terminée à son sommet par un ornement qui figure une gerbe de flamme, & qui y est adapté en manière de douille: cet ornement de cuivre doré est percé de plusieurs trous donnant passage à l'air qui descend dans le poêle & y établit le courant; on le voit à part en *m*. Dans l'été cette pièce peut s'ôter pour mettre des fleurs à sa place.

Décomposition des pièces du poêle, toutes de fonte, excepté le tiroir.

A, plaque du fond munie de rainures dans lesquelles s'élèvent verticalement les plaques *1, 2, 3, 4, 5, 6*, qui s'appliquent dans les rainures mar-

Tome XVII.

R r r

- quées par les mêmes chiffres correspondans 1, 2, 3, 4, 5, 6 de la plaque supérieure B 1, forment les deux canaux échappatoires de la fumée qu'on a figurés dans cette piece B 1.
- K k, extrémité des canaux par lesquels ils communiquent avec le tuyau de la cheminée.
- Z, Z, rainure dans laquelle glissent les deux plaques verticales Y Y.
- X, bord antérieur de la plaque A.
- B 1, face inférieure de la plaque qui se pose sur la première.
- W W, grille pour laisser passer les cendres & la fumée.
- V, V, rainure qui reçoit le bord supérieur des plaques verticales marquées y y. Comme elles y peuvent glisser de droite & de gauche, elles donnent passage au tiroir de tôle G, qui se place sous la grille pour recevoir les cendres.
- B 2, face supérieure de la piece B 1.
- C, piece qui se pose sur la grille de la piece B 2.
- t t t, cadre de fer qui porte dans des rainures les trois plaques de fonte s s s.
- q q, rainure antérieure qui reçoit la partie inférieure de la plaque E qui glisse dedans.
- D, face inférieure d'une plaque qui s'ajuste sur la piece précédente.
- r r, rainure qui reçoit le bord supérieur de la plaque E.
- P, ouverture pour le passage de la cendre & de la fumée, & même de la flamme.
- i i, petits trous pour recevoir deux tourillons de la base du vase, & qui servent à le tenir assujetti.

Dimensions des pieces.

	Pieds.	Pouces.	Ln.
Devant de la boîte d'en-bas.	2	3	
Hauteur des cloisons de séparation qu'on peut fonder avec la plaque du fond.		4	$\frac{1}{4}$
Longueur des num. 1, 2, 3 & 4, chaque	1	3	
Largeur des num. 5 & 6 chaque		8	$\frac{1}{2}$
Largeur du passage entre les num. 2 & 3		6	
Largeur des autres passages, chaque		3	$\frac{1}{2}$
Largeur de la grille.		6	$\frac{1}{2}$
Longueur de la grille.		8	
Moulures d'en-bas, de la boîte C, quarrées.		1	
Hauteur du côté de la boîte.		4	
Sa longueur par - derriere.		10	
Largeur des côtés, à droite & à gauche.		9	$\frac{1}{2}$

Longueur de la plaque de devant E à fa	
plus grande longueur.	11
Le couvercle carré D.	I
Diametre du trou qui y est placé.	3
Longueur de la plaque qui glisse y y, chaque	I
Largeur de cette plaque.	4
Tiroir G; sa longueur.	I
Sa largeur.	5 $\frac{1}{2}$
Sa profondeur.	4
Profondeur de son extrémité la plus éloignée, a	
seulement	I
La grille du dedans du vase; diametre à l'extrémité	
de ses boutons.	5 $\frac{1}{2}$
Epaissseur des barres en-haut.	4
Moindre en-bas.	
Profondeur des barres.	$\frac{3}{4}$
Hauteur du vase, sans y comprendre la piece	
représentant une flamme	I 6
Diametre de l'ouverture O O, au-dehors.	8
Diametre du trou à air au sommet.	1 $\frac{1}{2}$
Diametre du trou pour le passage de la	
flamme ou fond.	2

Les loix par lesquelles le fluide coule dans les syphons ordinaires, établissent pour fait constant qu'une liqueur passant dans un milieu moins dense qu'elle ne pourrait suivre son cours, si la colonne d'air qui presse le bout aspirant n'était pas plus courte que celle qui pèse sur l'extrémité par laquelle cette liqueur s'écoule; pour cette raison la branche aspirante du syphon est plus courte que l'autre: mais si c'est au contraire un fluide rare & léger, tel que la flamme & la fumée, qui passe dans un milieu plus dense, tel que l'air libre, le syphon doit être renversé, & c'est ce qu'opere le poele qui vient d'être expliqué. Mais il est nécessaire d'établir d'abord le courant de la flamme & de la fumée: on a remarqué que pendant une partie des vingt-quatre heures de la journée il s'établissait un courant d'air passant de la chambre dans la cheminée pour se mêler à l'atmosphère, & qu'au contraire dans le reste du jour il y en avait un autre qui transmettait par le même canal l'air extérieur dans la chambre: si l'on allume le poele dans la premiere circonstance, la fumée suivra le courant, & ne se répandra pas dans la chambre; mais si c'est dans la seconde circonstance, elle la remplira. Pour remédier à cet inconvénient, on ouvre les deux coulisses y y, on fait le feu dans la caisse d'en-bas, on le tran-

R r r r ij

porte ensuite dans celle au-dessus, & enfin dans le vase; le courant d'air une fois établi par ce moyen, on n'aura pas de fumée.

Ce poêle ne peut pas être abandonné à des domestiques; il fumerait insupportablement, si l'on n'apportait pas quelque précaution ou attention à le gouverner.

Bas de la planche. Fourneau de bouillier d'eau-de-vie, & qui peut aller au feu, soit de bois, soit de charbon de terre, selon les principes de M. Baumé.

Fig. 1. Fourneau supposé de 16 pieds de long, pour une chaudière de 12 pieds de diamètre, & qui peut être sans chapiteau. *a*, grille dans la même longueur que la chaudière. *q*, niveau de cette grille, où commence la cheminée. Le fourneau est vu en élévation jusqu'à la hauteur des barres, sur lesquelles porte la chaudière, dont la moitié environ doit être enfoncée dans le fourneau, sans en toucher les parois.

Fig. 2 en *a* & *b*. Deux mallifs établis solidement à une hauteur telle que le vuide qui en résultera forme le cendrier, se fermant & s'ouvrant à volonté, & au-dessus duquel se place la grille du cendrier. *o o*, *d d*, endroit où l'on donne à l'élévation du fourneau, au-dessus de la grille, une pente douce, qui dans la hauteur laisse de chaque côté un peu plus d'espace qu'il n'en faut pour la chaudière. Sur le devant de cette construction, on laisse une ouverture pour une porte comme au cendrier. Le milieu des murs formés en pente, est garni dans toute sa longueur & de chaque côté, d'une bande de fer plat, destiné à servir d'appui à une dizaine de bandes de fer, qui traversent presque la moitié du fourneau.

C, intérieur du fourneau au-dessus du cendrier, depuis la grille jusqu'aux barres, formé en triangle, dont l'angle inférieur est tronqué *o o*, *d d*.

Fig. 3. Totalité du fourneau garni de sa chaudière: *A*, *B*, ses portes: *C*, dégor ou décharge: *D*, *G*, endroit marqué en lignes ponctuées, où descend le fond de la cheminée: *K*, cheminée du fourneau, & sa tirette.

Fig. 4. Les lignes ponctuées *a*, *A*, *b*, *B*, sont uniquement pour désigner la manière dont la chaleur du feu s'élève.

P L A N C H E XXXIX.

Fourneau Chinois pour chauffer avec le charbon de terre ou avec du bois.

Fig. 1. *Kang* ou étuve Chinoise, nommée *kao kang*, parce qu'on s'y tient assis.

Fig. 2. Coupe & profil de tout le fourneau,

Fig. 3. Fourneau détaché, vu par derrière & en-dessous.

Fig. 4. Vue supérieure de la cave & du cendrier sur lequel porte le fourneau

Fig. 5. Entrée de la flamme & de la chaleur dans l'étuve; le détail de ces figures est dans l'ouvrage même.

P L A N C H E X L.

Après du charbon de terre à la manière des Liégeois, usité aussi dans le Hainaut Français, pour rendre le chauffage de houille plus économique.

Fig. 1. Première main-d'œuvre. Remuage. Tas ou monceau de charbon de terre lâché & remué à la pelle par des bottereuses, pour en séparer les gros morceaux ou *kauchetays*, qui par leur poids retombent toujours en roulant du haut en bas de la pile : on voit autour de ce tas une bottereuse qui écarte les roulans à mesure qu'ils roulent en-bas, & une autre qui les emporte sur une brouette.

Fig. 2. Seconde main-d'œuvre. Triplage. Tas de menu charbon dont on a entièrement trié les gros morceaux, & auquel on a ajouté de l'argille dans une proportion relative à la qualité de charbon, qui est pour l'ordinaire d'un huitième ou un dixième sur une charrée; les bottereuses sont occupées les unes à piétiner ce mélange, les autres avec des pelles rejettent en tas ce qui s'en est écarté par la manœuvre des bottereuses qui on piétiné dessus; une autre y jette de l'eau de tems en tems.

P L A N C H E X L I.

Mise du charbon triplé en pelotes & en hochets, avec les moules,

Fig. 3. Troisième main-d'œuvre. Mise en forme. Différentes masses de charbon empâté, en état d'être mis en moule, & sur lesquelles travaillent les bottereuses qui, après avoir formé les hochets, les placent à terre auprès d'elles.

Une bottereuse avec une pelle rapporte de tems en tems à la masse de quoi faire de nouveaux hochets.

Une bottereuse trempe la lunette dans un baquet d'eau, pour faciliter la sortie du hochet hors du moule quand il est fait.

Fig. 4. Quatrième & dernière main-d'œuvre. Bottereuses occupées à placer à l'écart les hochets pour les faire sécher avant de les emporter : s'il venait à pleuvoir pendant que les hochets sont à sécher, l'on observe qu'ils n'en brûlent que mieux dans le feu, parce que les parties glaiseuses ayant été lavées à la superficie, la houille se trouve à nu.

Lorsque les hochets sont secs, on les range à la main contre une muraille, ainsi qu'on le voit au haut de la *planche*, où une bottereuse est occupée à en faire une hotte; tout pres on a marqué une bottereuse qui fait un hochet à la main.



T A B L E

DES SECTIONS ET ARTICLES.

QUATRIEME SECTION. <i>Essai de</i>	
<i>théorie pratique sur l'art d'ex-</i>	
<i>ploiter les mines de charbon de</i>	
<i>terre, & sur les différentes ma-</i>	
<i>nieres d'employer ce fossile dans les</i>	
<i>ateliers & manufactures pour les</i>	
<i>usages domestiques, &c.</i> page 3	
De la recherche des mines de char-	
bon de terre. 5	
Vues générales sur la superficie ex-	
térieure de la terre, comparée	
avec sa superficie intérieure. 6	
Division des montagnes. 9	
Montagnes du premier ordre,	
montagnes primitives ou de la	
vieille roche, appelées aussi	
montagnes à filons. ibid.	
Montagnes du second ordre, mon-	
tagues par couches, par dépôts.	
11	
Couches des montagnes du second	
ordre. 14	
Marches différentes des lits de	
substances terreuses. 16	
ARTICLE I. <i>Des connaissances qui ont</i>	
<i>rapport à l'usage des instrumens de</i>	
<i>géométrie dans la pratique de l'ex-</i>	
<i>ploitation.</i> ibid.	
Abrégé de cosmographie astrono-	
mique, relatif aux opérations des	
mines. 19	
Des cercles de la sphere en géné-	
ral, & de leur division. ibid.	
Des principaux cercles de la sphe-	
re, & de leurs différens rapports	
entr'eux. page 20	
Des poles. 25	
Instruction pour s'orienter de jour	
& de nuit. 28	
Des instrumens propres à mesurer	
le teins & à marquer les heures.	
29	
Des cadrans solaires. ibid.	
Méthode facile pour tracer des ca-	
drans verticaux à toutes sortes de	
positions. 34	
Des cadans déclinans ou irrégu-	
liers. 35	
Des montres. 38	
De quelques attentions à prendre	
en portant ou posant sa montre.	
39	
Avis concernant les moyens de ré-	
gler les montres tant simples qu'à	
répétition. 40	
Maniere de régler une montre en	
se servant d'un cadran à boussole	
ou boussole horaire. 41	
De l'application des mathémati-	
ques aux travaux des mines. 43	
Des mesures mathématiques. 46	
Des mesures courantes employées	
à la mensuration des mines. 47	
Echaine, plus communément ap-	
pellé chaîne, <i>arvpendium.</i> ibid.	
Des instrumens qui peuvent com-	
poser l'appareil mathématique	
d'un ingénieur houilleur. 48	
Astrolabe, <i>astrolabium</i> , <i>cosmolab-</i>	
<i>bium</i> , <i>astrolapsus</i> , <i>suspenforium</i> ,	

<i>armilla suspensoria</i> , <i>planisphericum</i> , <i>Arabibus walzagora</i> ; <i>latin.</i> <i>atlantica</i> , <i>alphantia</i> , <i>albanthica</i> .	page 52
Du compas de proportion, & de celui appelé <i>scieur anglais</i> .	53
Du magnétisme.	58
De la pierre d'aimant; manière de trouver les poles principaux, de lui procurer de la force, de la lui entretenir, & de communiquer sa vertu aux aiguilles de boussole.	ibid.
Du limbe circulaire de la boussole.	62
<u>Ecarts ou variations de l'aiguille aimantée; manière de les connaître; causes qui les occasionnent; moyens d'y remédier.</u>	64
<u>Pratique abrégée de géométrie souterraine.</u>	66
<u>De l'ichnographie ou plan géométral d'une mine.</u>	68
Orthographe, profil, plan élevé ou coupe d'une mine.	ibid.
Principaux problèmes de géométrie souterraine, avec leur solution.	69
<u>ART. II. Considérations préliminaires sur les fouilles de charbon de terre à entreprendre en grand.</u>	79
<u>Parer ou avis & conseils sur les sociétés pour les entreprises des mines.</u>	82
<i>Spéculations principales relatives à l'administration d'une mine.</i>	
Des loix & de la procédure sur le fait des mines; caractères essentiels qui conviennent à cette jurisprudence; remarques sur celle qui est établie au pays de Liege.	page 91
Rôle ou plan minuté pour procéder aux visites d'ouvrages souterrains.	97
Tableau général des dépenses qu'exige un établissement de mine.	98
<u>Résumé pour servir de journal d'exploitation.</u>	104
Equipage d'un atelier de mine, ou dénombrement des approvisionnemens nécessaires pour l'exploitation d'une carrière de charbon de terre.	105
<u>Des deux principaux ateliers & approvisionnemens de mines.</u>	
<u>Du fer considéré à la forge.</u>	107
Manières de reconnaître les qualités du fer.	112
<u>Manières usitées en Suede & en Angleterre d'essayer la qualité du fer.</u>	114
De l'acier.	115
Procédé pour reconnaître à la fois le degré de chaleur qui convient pour fonder l'acier, pour le tremper avec avantage, & connaître sa qualité par la beauté de son grain.	116
<u>Méthode d'acérer les outils</u>	118
De la trempe de l'acier.	ibid.
<u>Du recuit.</u>	120
<u>Des différens bois à emmagasiner pour les entreprises de mine.</u>	ibid.
De quelques autres matériaux en général, comme pierres, briques, &c.	125
De la poudre à canon.	126

De la situation favorable d'une mine.

Remarques générales sur la grandeur avantageuse des roues des voitures de transport; éclaircissement sur le chariot à levier de la mine de Workington en Angleterre, & sur la construction du chemin fait expresse pour cette voiture. page 127

Commentaire sur quelques principales circonstances pratiques, & sur différentes manœuvres de l'exploitation. 133

Des eaux, des fentes aqueuses ou ouvertures qui donnent de l'eau dans les mines, & de l'issue qu'on pratique à ces eaux au pied d'une montagne. 137

Détails circonstanciés sur la marche particulière que les veines de charbon tiennent dans la terre. 139

Direction, cours, allure des veines, *stryka*, *Su*. Manière de désigner cette circonstance par les degrés de la boussole. 140

Pendage des veines. Manière de le désigner par les degrés de la boussole, de le reconnaître à l'aide de cet instrument & de différentes méthodes. 141

Différens moyens pour la perquisition de l'allure & du pendage des veines. 147

Des foïsses ou puits de mines considérés dans leur nombre, profondeur, &c. 152

Du nombre des bures ou puits de mines sur une houillère. 153

De l'écançonnage des puits & des

galeries de mines. page 156

Résumé abrégé sur quelques points d'exploitation, la manière des houilleurs Liégeois & des houilleurs Anglais. 159

Manière d'exploiter avec avantage une veine de charbon à pendage de plature, qui ne peut être entamée par une galerie de pied; par M. Triewald. 163

Mesuration, mesure de mines; manière de se passer de l'aimant pour communiquer la vertu magnétique à la boussole. 166

Des travaux de mines qui s'exécutent par le secours des machines.

Nécessité de la mécanique pour le succès de ces opérations. 174

Puissances mécaniques, plus proprement dites forces mouvantes.

Du levier: *vectis*, *portectum*. 177

Des poulies & des roues, autrement appelées *mollettes*, *le. Rolles*, en latin *trochlidium*, *monopastes*, *orbiculus*, *trochlea simplex*. 179

Du treuil & des machines qui s'y rapportent. 180

Axe dans le tambour, ou effieu dans le tour; roue dans son effieu, ou simplement tour: *axis in peritrochio*. 181

Machines funiculaires, *funes ductarii*; cordes, G. Gepel seil. 182

De la force des cordes comparée avec la somme des forces des fils ou brins qui les composent, & avec leurs poids. 183

Des machines composées en général. 188

Des

Des rouages, ou roues dentées.
page 190
*Généralités physiques sur l'air, appli-
quées aux vapeurs ou exhalaisons sot-
terreines, ou choix des moyens propres
à établir dans les mines un libre cou-
rant d'air.*
Des vapeurs souterraines, ou de
l'air des mines, & des phénomènes
qui lui sont ordinaires. 193
Des propriétés & des qualités de
l'air en général. 200
Des instrumens propres à déter-
miner les différens changemens
qui arrivent à l'air, considéré
comme corps à ressort, ou com-
me pesant, & ses degrés de tem-
pérature. 203
Table comparée des degrés des
thermomètres les plus connus,
avec le thermomètre de M. de
Réaumur. 206
Observations barométriques &
thermométriques faites dans plu-
sieurs mines métalliques, & dans
quelques carrières de charbon
de terre. *ibid.*
Observations barométriques faites
dans la mine de charbon de terre
d'Ardinghem le 15 juillet 1741,
avec le thermomètre de Micheli.
207
Observations barométriques faites
dans la mine de Sahlberg en
Suede, dans la Westmanie, par
le professeur André Celsius. 208
Observation barométrique faite à
la sollicitation de M. de la Hire le
fils, en 1711, par M. Wallerius,
directeur des mines de *Fahlun*,
Tome XVII.

nommées aussi *Copperberg*, en Da-
lécarlie, les puits de *Flemengie-
nius*, ou *Flemingsschatten*, extraite
d'une lettre écrite d'Upsal. p. 208
Expérience barométrique faite dans
les mines par M. Stroemer. 211
Observation thermométrique &
barométrique, faite en hiver dans
la mine de Cheissy en Lyonnais,
par M. Jars, avec le thermo-
mètre de M. de Réaumur. 241
Observations thermométriques,
faites dans des jours chauds de
l'été dans la même mine de Cheis-
sy par M. Jars. *ibid.*
Différens moyens de changer l'air
des mines. 213
Observations sur la circulation de
l'air dans les mines, par feu M.
Jars. 215
De la marche de l'air dans les puits
de mines, comparée avec celle
du courant de l'air dans les che-
minées, par M. Franklin. 217
Du changement d'air naturel dans
les mines. 219
Du changement artificiel d'air
dans les mines. 221
Puits à air; leurs différences. 222
Puits de respiration; soupiraux,
bureaux des Liégeois; ger.
Windfchacht; lat. *putei spiritales*.
223
Des puits à air, ou puits d'airage
proprement dits. *ibid.*
Bure d'airage selon la méthode
Liégeoise. 224
Tuyaux à air, canaux à vent, ou
porte-vents, nommés dans les
mines métalliques, *ventoufes*. 262
S f f f

- Machines à air, &c. page 229
- Des machines à air, mues par l'air extérieur seul, ou par l'air extérieur aidé de quelqu'autre puissance. 230
- Hutte ou baraque à air, de l'invention de M. Triewald. 232
- Des soufflets simples. 233
- Des soufflets nommés ventilateurs. 234
- Machine, roue à soufflets, roue centrifuge du docteur Etienne Hales. *ibid.*
- Soufflets ventilateurs du docteur Défaguliers. 235
- Du feu appliqué à l'embouchure des mines, pour y renouveler l'air des ouvrages souterrains. 236
- Du fourneau ventilateur de M. Sutton, nommé en Ecosse *lampe à feu.* 237
- Exécution du fourneau ventilateur de M. Sutton, dans la mine du sieur Richard Ridley, appelée *Biker*, à quelques lieues de Newcastle, par M. Triewald; & remarques du constructeur à ce sujet. 238
- Réflexions générales sur les différentes manières d'établir la circulation de l'air dans les mines, & sur ce qu'il y aurait à faire pour les porter au degré de perfection dont elles peuvent être susceptibles. 239
- Recherches & conseils de médecine sur les maladies & accidents qui mettent en danger la santé & la vie des ouvriers de mines. 243
- Des incommodités ou maladies que les houilleurs peuvent contracter à la longue. page 246
- Difficulté de respiration; la cause & la curation. 247
- Des accidents graves & subits, auxquels sont exposés les ouvriers de mines. 250
- De la nature du feu grieyx. 251
- Méthode usitée parmi les ouvriers de mines, pour ceux qui ont été brûlés par le feu grieyx. 252
- Moyens pratiqués dans les mines pour secourir les étouffés par le souma. 253
- Des ouvriers tenus pour morts par l'effet de la moffette explosive & de la moffette suffocante. 254
- Différentes opinions touchant la manière dont les vapeurs suffocantes & explosives agissent sur les ouvriers de mines. 256
- Considérations sur la possibilité de rappeler d'une mort apparente à la vie les houilleurs suffoqués ou tués dans les mines; motifs qui doivent engager à mettre en usage pour cet effet tous les moyens imaginables. 258
- Avis pour donner des secours à ceux que l'on croit noyés, d'après la copie imprimée au Louvre en 1740. 264
- Réflexions sur les différens moyens conseillés dans cet avis, & sur leur administration. 265
- Tentatives à faire sur les ouvriers suffoqués dans les mines, pour les rappeler à la vie, ou au moins pour constater la mort absolue de ceux qui ont éprouvé, soit cet accident, soit celui de submer-

lion.	page 272
<i>Méthode abrégée pour secourir les personnes suffoquées accidentellement.</i>	
Indice auquel on peut juger du tems qu'il convient d'abandonner les tentatives.	274
Description de la boîte portative, contenant les choses qui servent à secourir les noyés d'après l'établissement que la ville de Paris a fait en leur faveur.	276
Inventaire indicatif & figuré de la boîte portative, dont on a supprimé le couvercle ainsi que le devant, afin qu'on puisse plus facilement voir dans sa place chacun des objets indiqués par des lettres relatives.	277
Développement de la boîte.	278
Idée générale des machines hydrauliques qui se construisent à la superficie des mines, pour en tirer les eaux.	280
Des pompes en général.	282
Des différentes especes des pistons.	284
De l'équipage d'une pompe en général.	287
Sur les meilleures proportions des pompes.	290
Théorie fondamentale sur l'action des pompes.	291
Des soupapes & de leurs différentes especes.	293
Des clapets ou soupapes à clapets en particulier, & des ouvertures qu'elles couvrent.	294
De la bonne construction des soupapes.	295
Du corps de pompe & du piston.	297

Des causes les plus ordinaires des dérangemens qui arrivent dans le jeu des pompes.	page 298
Des différentes forces appliquées aux pompes.	299
Hernaz ou machines à vent hydrauliques, ou moulins à pompes à la hollandaise.	300
Machine à vent, décrite par M. Louis-Guillaume de Cambray, sieur de Digny.	301
Des machines hydrauliques mues par l'eau.	302
Nouvelle grue propre à élever des poids par l'action de l'eau.	303
Des aubes, & de la disposition la plus favorable à leur donner.	305
Machine hydraulique qui peut être aussi mue à volonté par le vent, par des hommes, par un ou plusieurs chevaux.	317
Des pompes ou machines dont la force motrice est empruntée du feu.	320
Différentes especes de machines nommées <i>machines à feu</i> : particularités remarquables dans quelques-unes.	324
Machine à feu sans balancier. <i>ibid.</i>	
Machines à balancier ou à levier.	325
Particularités de quelques machines à feu en Angleterre.	326
Description du Steam-Engine établi à Londres, à York-Buildings, sur le bord de la Tamise; & de la pompe aspirante & refoulante exécutée dans cette machine.	327
Description des parties du piston	S f f f ij

des pompes du Steam-Engine de York-Buildings.	page 328	milieu de la bâtisse.	page 343
Description de la pompe à feu établie sur une mine ouverte dans l'année 1765 , à six milles de Newcastle.	330	Coupe verticale des quatre murailles de la bâtisse.	ibid.
Description d'une machine à feu de la mine de Walker , à trois milles de l'est de Newcastle.	331	Plan ou coupe horizontale du fourneau de briques qui est sous l'alambic.	343
Des machines à feu , dites à répétition ; c'est - à - dire , à plusieurs corps de pompes.	332	Coupe verticale de l'alambic & du fourneau.	ibid.
Particularités de quelques machines à feu , en France.	334	Représentation du cylindre & du sommet de l'alambic.	344
Remarque sur les pistons pour les grandes pompes , construits comme ceux qui sont exécutés dans la machine de Fresnes.	335	Manière d'entretenir l'alambic.	ibid.
Construction du piston des pompes & des soupapes de la machine à feu de Fresnes , dessinés & décrits par M. Bélidor.	336	Opération ou manière de mettre en mouvement la machine à feu.	345
Revision générale de la machine à feu.	337	Propositions générales sur les principaux phénomènes de la vapeur de l'eau bouillante.	346
Explication détaillée des parties de la machine à feu , à levier , établie à Griff , en Angleterre.	ibid.	Calcul de la force de la machine à feu.	347
Description particulière du régulateur.	339	Calcul de la force du Steam-Engine , par M. Henri Beignon.	349
Manière de joindre ensemble les verges de fer des pompes qui puisent l'eau dans le puits.	341	Réflexions générales sur les causes qui diminuent l'effet des machines à feu , par M. Lavoisier.	350
Description particulière des corps de pompes & des arbres percés.	342	Observations & recherches sur le nombre des impulsions que donne une machine à feu , & sur la quantité d'eau élevée à chaque.	351
Examen de la bâtisse où la machine est établie ; particularités de la construction de l'alambic & du cylindre ; manière de placer l'alambic dans un fourneau de briques , d'arrêter le cylindre au		Principales espèces de matériaux nécessaires pour la construction d'une machine à feu.	354
		Vernis & ciment généralement adoptés dans les mines de Newcastle , pour les jointures des chaudières de la machine à feu , afin de les empêcher de couler.	356
		Etat abrégé en forme de devis , ou mémoire général des parties & articles de construction de l'équi-	

page d'une machine à feu, expliqués en détail & par renvoi, soit aux descriptions, soit aux planches, avec les qualités, façons, proportions, dimensions. p. 356
 Etat des frais & de dépense totale pour l'établissement d'une machine à feu, & pour la consommation du fourneau, dans les mines les plus connues. 369
 Moyens d'économiser le combustible dans le fourneau des machines à feu en diminuant la fumée, & d'augmenter la quantité de vapeurs dans l'alambic. 372
 Des machines pour élever les eaux & les charbons dans des seaux & dans des caisses; & des différences qu'on y applique. 373
Examen de la force des hommes ou des chevaux, pour faire agir des machines.
 Des hommes appliqués aux machines à élever. 375
 Machine qui agit par un seul homme, proposée par M. Camus. 377
 De la force des chevaux appliquée à élever les eaux ou les charbons au jour. 378
 Machine à moulette d'une nouvelle invention, avec laquelle on enlève le charbon de la mine de Walker, aux environs de Newcastle. 380
 Du manège ou trottoir en général, appelé par les houilleurs Liégeois, le pas du bure. 381
 ART. III. *Idee générale des différentes manieres de se servir du charbon de terre pour les arts & pour les usages*

domestiques; & exposition raisonnée de celles qui sont les plus importantes. page. 383
 Propriétés médicinales du charbon de terre dans la mine même, & hors de la mine. 386
 Différens arts dans lesquels le charbon de terre en substance, sa suie, les cendres, son mâchefer, ou quelques autres de ses produits sont de quelque usage. 395
Architecture. Maçonnerie. Différentes préparations de mortier & de ciment, dans lesquelles entrent le charbon de terre brut, ou ses cendres, ou son mâchefer. 397
 Maniere de faire de bon mortier avec de la cendrée de Tournay, par M. Lucotte. 399
 Procédé du ciment fait avec la cendrée de Tournay, par M. Carrey. *ibid.*
 Mortier ou maçonnerie du beton. 403
 Verrerie, encre d'imprimerie, bleu de Prusse, teinture en petit teint, peinture, dessin, &c. *ibid.*
 Lumière pour éclairer l'entrée des ports & des rivières. 408
 De l'usage économique du charbon de terre, comme combustible pour les arts. 409
 De la chaleur que donne le feu de houille en général. 410
 Observations & expériences sur la chaleur du feu de charbon de pierre & de terre, comparée à celle du feu de bois, faites à Lyon, par ordre de la cour, dans des poëles, en 1740; communi-

- quées à la société royale de Lyon par feu M. Deville, ingénieur en chef du Lyonnais. page 412
- De l'effet du feu de charbon de terre sur les chaudières & autres ustensiles de ce genre, chauffés avec ce combustible. 415
- Caractères de bonté dans les charbons de terre en général. 417
- Qualités de la houille à déduire de la manière dont elle s'embrase & dont elle flambe au feu, de la finée, de l'odeur qu'elle répand, & du résidu de sa combustion. 420
- Du charbon de terre pour les ouvrages de forge & pour les travaux métallurgiques. 426
- Extrait des épreuves faites par ordre du ministre de la marine dans les ports de Brest & de Rochefort, des charbons de Saint-Georges - Châtelaison, d'Angleterre, & de ***. 432
- Du feu de charbon de terre, appliqué à la réduction des minerais, en particulier de la mine de fer.*
- Histoire des procédés connus pour rendre ce combustible propre à ces opérations. Connaissances fondamentales de métallurgie à rapprocher de ces tentatives faites ou à faire. 435
- Coup-d'œil général sur la fonte des mines, dans les principales circonstances qui constituent cette opération. 438
- Essai de comparaison entre les charbons de bois & les charbons de terre. 444
- Différentes espèces de braises de charbon de terre; leur fabrication en grand. page 446
- Fabrication de braises de charbon de terre, nommées en Angleterre *coaks*, pour fondre le minerai de fer, *iron-stone*, à Carron en Ecosse. 447
- Fabrication de braises de charbon de terre, nommées *cinders*, pour fondre le minerai de fer dans la forge de *Clifton*, entre la ville de *Cockermouth* & celle de *Witchaven*. 448
- Préparation des braises de charbon de terre, nommées *cinders*, dans des fours à *Newcastle*. *ibid.*
- Des braises de charbon de terre en *cinders*, résultantes des fourneaux à dessécher ou de distillation, employées dans les forges de *Sultzbach* pour la fonte de la mine de fer, que l'on croyait propre aux manufactures de fil-d'archal. 450
- Cuisson de charbon de terre, exécutée en meule à Saint-Bel en Lyonnais, par M. Jars. 453
- Moyen proposé par M. de Morveau, pour rendre le charbon de terre propre à l'usage des fourneaux de fonte, en privant ce fossile de son humidité surabondante, ou en l'employant en pelotes. 455
- Qualité générale du feu de braise de charbon de terre, pour les opérations métallurgiques. 456
- Recherches sur la réduction des charbons de terre en braises. 458
- Observations générales sur les braises restantes d'un feu ordinaire de charbon de terre, & sur

les différens états par lesquels le charbon de terre passe successivement avant d'être consumé. 459
Analyse des procédés indiqués pour faire des braises de charbon de terre en alumes & dans des fours. 462

Réflexions sur le cuissage du charbon de terre dans des fourneaux distillatoires, à la manière usitée aux forges de Sultzbach. 469

De la chaleur propre aux braises de charbon de terre préparées convenablement. 470

Opérations métallurgiques exécutées & tentées avec le feu de charbon de terre brute, ou de ses braises. 471

Grillage ou rôtissage des mines. (Ufsulatio.) G. Rostung. ibid.

Des minerais de fer, qui se traitent dans quelques forges en Angleterre, & de leur grillage. 472

Grillage de la mine de fer aux forges de Carron, & à Clifton en Angleterre. 474

De la fonte des minerais en général. ibid.

Fonte des minerais de fer dans de hauts fourneaux, aux forges de Carron en Ecosse. 475

Fourneau à vent, ou fourneau anglais, en usage à Newcastle & à Swal-weel, pour fondre la gueuse de fer avec le clod-coal réduit en une espèce de cinders appelé *coak*, sans aucune addition de charbon. 476

Des fenderies. 478

De la manière de fendre & couper le fer en baguettes, ainsi que de

l'étendre & de l'applatir sous les cylindres, selon la méthode usitée dans le pays de Liege, en Angleterre & en Suede. page 479
Du fourneau où l'on fond la mine de fer au feu des coaks, à Sultzbach. 480

Chaufserie & perfectionnement de l'acier; trempe des limes au feu de charbon de terre, en Suede & en Angleterre. 481

Essais faits dans le marquisat de Franchimont aux forges de Theux, pays de Liege, par M. de Limbourg l'aîné, docteur en médecine. 483

Résultat d'une conférence tenue à Paris sur les mémoires & sur les essais précédens. 485

Essai en petit sur la réduction de la mine de fer par le charbon de pierre de Montcenis, préparé en meule sur les lieux; par M. de Morveau, avocat-général au parlement de Bourgogne, correspondant de l'académie royale des sciences de Paris. 487

Tentative faite en Languedoc. 488

Epreuves faites avec différentes proportions de mélange de charbon de bois & de houille. 489

Fonte de gueuse de fer, exécutée avec succès à la forge d'Aizy en Bourgogne, dans l'année 1775, avec le charbon de terre de Montcenis. 490

Mines de cuivre; leur fonte. ibid.

De la fonte des mines de cuivre à Bristol en Angleterre, par un fourneau à vent ou de réverbère.

Fonte des mines de cuivre d'Ordahlen en Norwege, avec du charbon de terre qu'on faisoit venir d'Angleterre.	page 493	& des autres matieres qui le recelent.	page 510
Fonte des mines de cuivre de Kongsberg en Norwege.	495	Du charbon de terre, comme combustible, propre à chauffer, soit fours, soit fourneaux à chaudiere pour arts & manufactures.	ibid.
Fonte de la mine de cuivre de Sain-Bel en Lyonnais, avec des braises de charbon de terre, en 1769, par M. Jars.	496	Fours & fourneaux de cuisson, pour calciner des terres & des pierres.	512
Raffinage du cuivre par le feu de charbon de terre crud, ou de ses braises.	497	Briquetier, tuilier, potier de terre.	516
Liquation du cuivre.	498	Cuite de la porcelaine, chauffe des verreries, des glacières.	519
Fabrique de laiton.	501	Observation communiquée à M. Venel par M. Allut, sur l'emploi de la houille pour la chauffe des glacières.	520
Plomberie. Fonte de plomb à Fiutshire, principauté de Galles, dans un fourneau de réverbere nommé <i>cupol</i> .	502	Calcination du safre. Vitrification du final.	523
Fonte de la mine de plomb en Ecosse, avec la tourbe & le charbon de terre.	503	Fourneaux à chaudières.	524
Affinage du plomb en Angleterre.	504	Opérations de chymie & de pharmacie.	528
Affinage du plomb en Ecosse, par le feu du charbon de terre.	506	Du feu du charbon de terre, appliqué au chauffage & aux usages domestiques.	ibid.
Refonte de la litharge fraîche en plomb, en Ecosse.	507	Du chauffage de charbon de terre, comparé à celui de bois ou de charbon de bois, dans sa consommation, sa durée, sa chaleur.	530
Calcination du plomb.	ibid.	Economics particulieres que l'on peut se procurer dans le chauffage du charbon de terre.	532
Fonte de l'étain.	ibid.	Remarques & observations générales sur les dangers que l'on croit inséparables de l'usage du feu de charbon de terre pour le chauffage.	535
Fourneau proposé par M. de Genfève, pour fondre toutes sortes de mines par le feu du charbon de terre.	508	Des effets incommodes qui peuvent résulter dans certains cas de la vapeur du charbon de terre embrasé.	
Séparation du bismuth, de l'antimoine, du mercure, de leurs minerais, par le feu du charbon de terre.	509		
Opérations sur les calamines.	510		
Extraction du soufre des pyrites,			

embrasé. page 539
Remarques particulières sur quelques circonstances relatives à l'emploi du charbon de terre au chauffage dans les cheminées, dans les poeles, &c. 545
Description de différentes espèces de kangs, fourneaux ou étuves chinoises, pour chauffer des appartemens avec le charbon de terre, ou autre combustible. 551
Du charbon de terre apprêté pour mitiger la fumée, réprimer son odeur au feu, & pour donner un chauffage économique, en retardant sa consommation, augmentant sa durée, &c. 554
Entreprise formée à Paris dans l'hiver de 1770 à 1771, pour faire connaître dans cette ville le chauffage avec la houille apprêtée. 564
Reuseignemens sur la fabrication du charbon de terre apprêté pour rendre son chauffage plus économique. 577
Des terres d'impastation, ou des terres propres à la fabrication du charbon de terre apprêté, & de leur choix. Instructions sur la différence de l'argille & de la glaïse. 578
De l'argille commune en général, & de ses espèces. 580
Argille - glaïse, connue généralement sous le nom de glaïse, & quelquefois nommée terre à potiers. 585
Glaïse calcaire ou marne. 587
Terres à pipes, terres à faïence
Tome XVII.

commune. page 488
Qualités générales requises dans les argilles, pour être appliquées à la fabrication de la houille apprêtée. ibid.
Lieux où il se trouve des argilles - terres & des argilles - glaïses. 590
Dispositions de ces sables gras en terre. Manière de les fouiller. 592
Des glaïsières en général, & des substances fossiles qui sont particulières à l'argille - glaïse. ibid.
Outils & ustensiles employés dans la fouille d'une glaïsière. Manière dont se fait la fouille 598
Vues générales sur un premier essai de fabrication de charbon de terre, à continuer plusieurs années. 599
Plan raisonné & détaillé d'un atelier de fabrication pour un établissement en grand.
Situation de l'atelier. 602
Etat des ustensiles d'un atelier de fabrication. 603
Journaliers employés aux manœuvres, commis & autres préposés. 608
Division d'un atelier par quartiers. 609
Charbonnier ou magasin de charbon. ibid.
Apprêt de la glaïse pour la rendre propre à se mêler intimement avec le charbon de terre. 611
Triages de charbon. 612
Impastation de la houille avec les terres grasses. 614
Examen de quelques particularités qui sont des dépendances de la
T t t t

main-d'œuvre exécutée par les metteurs en forme. page 617	Entrepôts & sous - entrepôts de vente. page 628
De la quantité de pelotes que donne la mise en forme dans la fabrication d'une mesure fixée, & du nombre de pelotes qu'on peut obtenir dans un espace de tems déterminé. ibid.	Economie sur le chauffage dans le pousfier & dans les cendres des pelotes. ibid.
Avantages des briques de houille faites dans les moules sur celles façonnées à la main, & des briques volumineuses sur celles qui le sont moins. 618	Etat des objets sur lesquels tombent les frais d'une fabrication de trente voies, exécutée dans la province. 630
Utilité des essais de fabrication sur de petites quantités de charbon de terre, avant de procéder à de grandes fabrications. 621	Tableau de la consommation du chauffage, avec le charbon de terre apprêté pour différents feux; de la quantité de pelotes de charbon & de leur valeur, par jour & pour six mois de l'année. ibid.
Essais de fabrication en petit, pour s'assurer de la qualité & des proportions de terres à corroyer avec différentes qualités de houille. 624	<i>MÉMOIRES sur les feux de houille ou charbon de terre.</i>
Séchoir ou halle à sécher, & premier dépôt pour les briques de houille après leur dernier relevement dans ce quartier. 625	Des avantages des feux de houille pour le chauffage & pour les besoins domestiques. 631
Parc des ustensiles de fabrication. 627	Des phénomènes particuliers au feu de houille. 635
Transport des briques ou houille par charrois. 627	De la nature du feu de houille, relativement à la santé. 639
	De la vapeur, de l'odeur & de la fumée du charbon de terre. 652
	De la poussière ou cendre, & de la fumée du charbon de terre. 657
	PIECES JUSTIFICATIVES. 667
	Explication des figures. 677

Fin du tome XVII.

263501

Fig. 1.

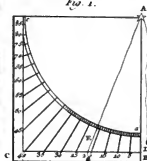


Fig. 3.

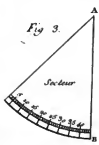


Fig. 4.

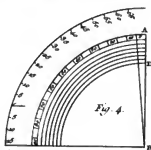


Fig. 2.

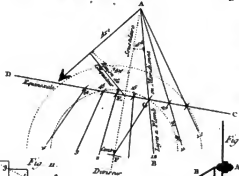


Fig. 8.

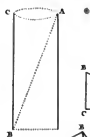


Fig. 14.



Fig. 9.

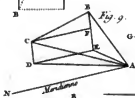


Fig. 20.



Fig. 13.

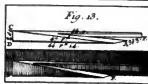


Fig. 5.

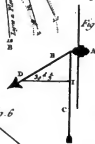


Fig. 6.

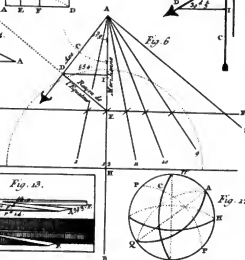
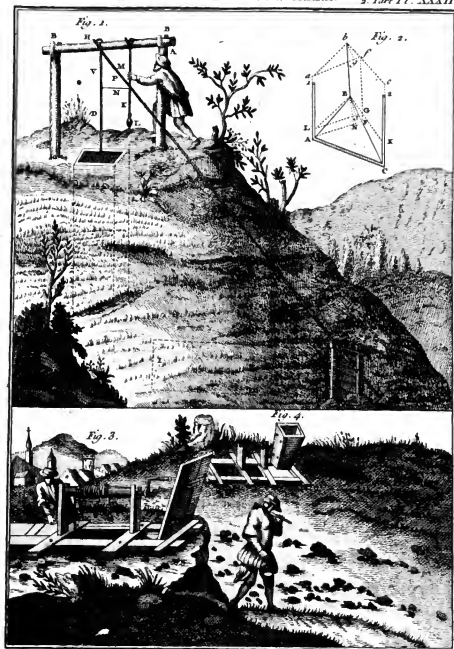


Fig. 22.

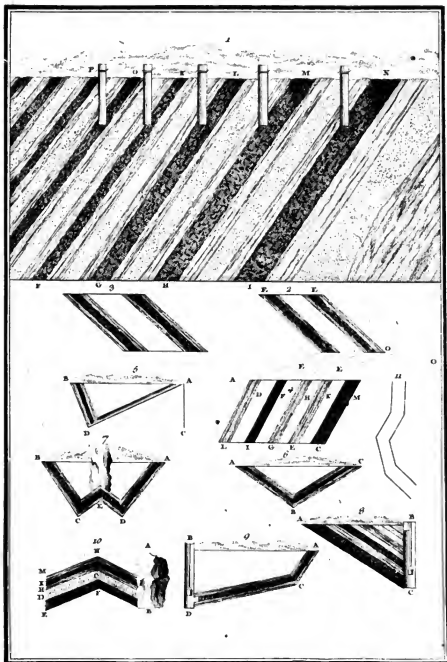


En comptant la déclinaison Est ou Ouest

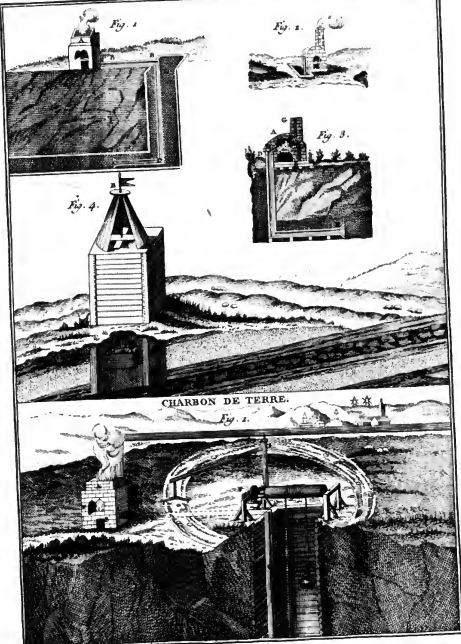


Sellar Sculp.



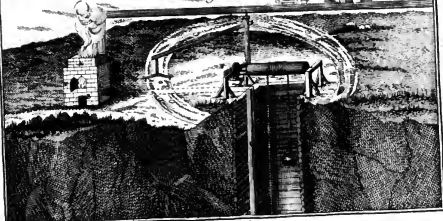




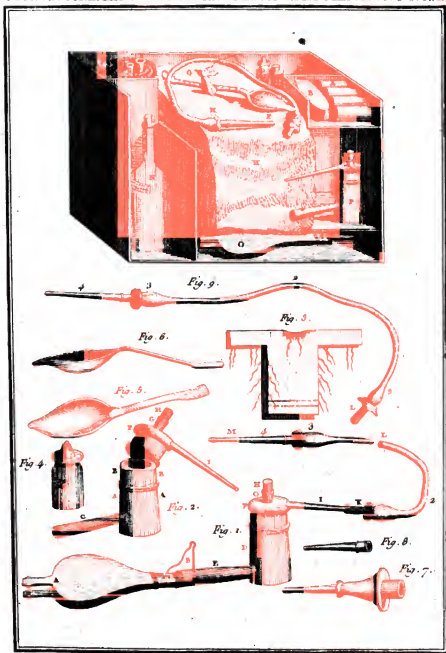


CHARBON DE TERRE.

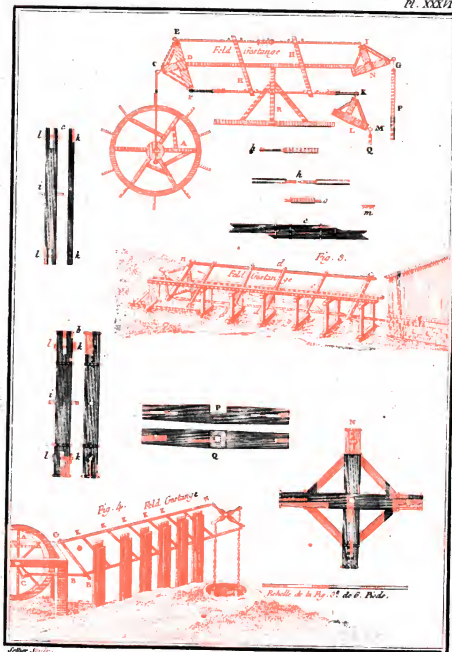
Fig. 1.



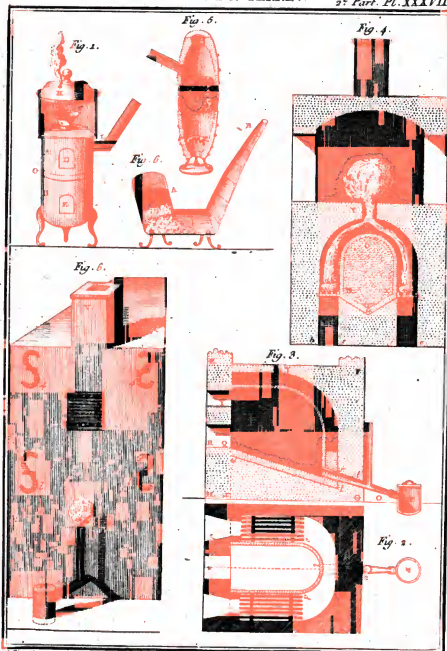
PHARMACIE PORTATIVE
POUR SECOURIR LES OUVRIERS NOYES OU ETOUFFES DANS LES MINES. 2^e P.^{te} PL. XXV.



Voltaire Sculp.

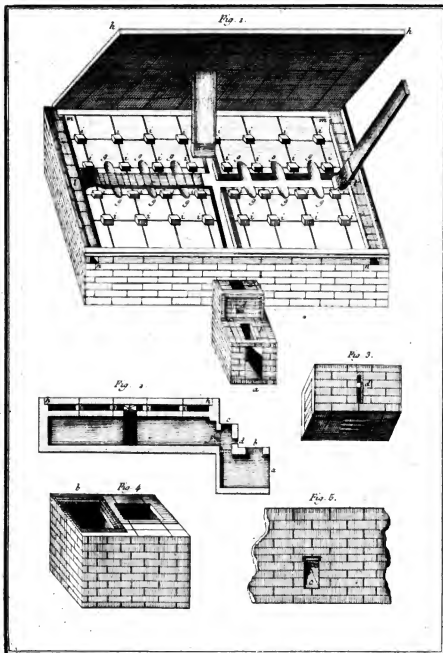
















Weller sculp.

